7 40
Iegūts apmaiņā pret
Acta Horti Botanici.
Nachlaß von Prof. N. Malta

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA — FINSKA FORSTSAMFUNDET

570

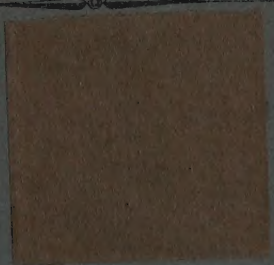
ACTA FORESTALIA FENNICA

32.

ARBEITEN DER
FORSTWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT
IN SUOMI

PUBLICATIONS OF THE
SOCIETY OF FORESTRY
IN SUOMI

PUBLICATIONS DE LA
SOCIÉTÉ FORESTIÈRE
DE SUOMI



HELSINKI 1927

Nachlaß von Prof. N. Malta 370

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA — FINSKA FORSTSAMFUNDET

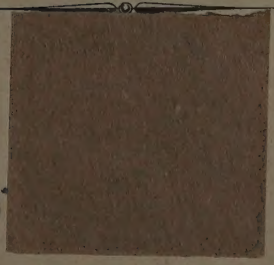
ACTA FORESTALIA FENNICA

32.

ARBEITEN DER
FORSTWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT
IN SUOMI

PUBLICATIONS OF THE
SOCIETY OF FORESTRY
IN SUOMI

PUBLICATIONS DE LA
SOCIÉTÉ FORESTIÈRE
DE SUOMI



Inv. 1934:445

HELSINKI 1927

Acta forestalia fennica 32.

1. **Lönnroth, Erik,** Zur Frage der Waldbetriebsregelung ..... 1—61
2. **Hildén, N. A.,** Koivun kuutioimisesta massataulukoiden avulla ..... 1—61
   Referat (Über die Kubierung der Birke mittels Massentafeln) 62—73
3. **Heikkilä, T.,** Über die Ermittelung der Querfläche eines Stammes .... 1—6
4. **Boman, Aarne,** Tutkimuksia männyn paksuuskasvun monivuotisista vaihteluista ..... 1—177
   Referat (Über viehljährige Schwankungen im Dickenwachstum der Kiefer *[Pinus silvestris]*) ..... 1—54

ZUR FRAGE
DER WALDBETRIEBSREGELUNG

MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER
WALDVERHÄLTNISSE FINNLANDS

VON
ERIK LÖNNROTH

HELSINKI 1927

HELSINKI 1927
DRUCKEREI DER FINNISCHEN LITERATURGESELLSCHAFT

I

Die ausserordentlich lange Zeit, die zwischen dem Keimen des Waldsamens und der daraus zu voller Reife entwickelten Holzernte verfliesst, hat bekanntlich einen entscheidenden Einfluss auf die Art des Aufbaus, der Pflege und der Entnutzung des Wirtschaftswaldes.

So muss sich der Waldaufbau in spezieller Art nach dem Prinzip des nachhaltigen Betriebes einrichten, d. h. der Wald muss in bestimmterweise stufenförmig gebildeten Alters- bzw. Dimensionsklassenverhältnissen aufgebaut werden. Die Waldpflege ihrerseits muss sich besonders um die innerbestandlichen Raumverhältnisse sowohl in betreff der Baumkronen- wie der -wurzelentwicklung bekümmern, d. h. der Kampf ums Dasein zwischen den Baumindividuen muss die lange Aufwuchszeit des Waldes hindurch mittels besonders geordneter Erziehungshiebe geregelt werden. Die Waldentnutzung endlich muss, einerseits der Holzhauptnutzung und andrerseits der Waldwiederverjüngung entsprechend, so eingerichtet werden, dass sie eine möglichst vorteilhafte Waldwirtschaft als Ganzes, d. h. eine immerwährende gleichmässige Kontinuität des massgebenden Waldaufbaus und eine dementsprechend massgebende Bewirtschaftung sichert.

Ein führender Waldbetriebsplan, der im Sinne eines derartigen Programms aufzustellen ist, hat innerhalb seines erwähnten Hauptrahmens eine Menge bedeutungsvoller Spezialaufgaben zu behandeln, zu entscheiden und weiter durchzuführen. Wie er sich über eine grosse Zeitspanne erstreckt, so treten in ihm gleichsam die verschiedenartigsten forstwissenschaftlichen bzw. -wirtschaftlichen Fragen und Probleme gemeinschaftlich hervor. — Der Waldbetrieb erscheint von aussen her als einfach oder leicht durchführbar; in Wirklichkeit ist er wohl einer der schwierigst zu handhabenden praktischen Betriebe.

Lässt man die von Natur aus kahl gebliebenen oder später verwüsteten und unaufgeforsteten Bereiche anfangs beiseite, so ist der Hieb sowohl die primärste wie die bedeutungsvollste Massnahme des Waldbetriebes. Durch ihn wird der wachsende Wald erzogen und ferner der ausgereifte Wald bzw. die vollerzogenen Baumindividuen für die Wirtschaft eingeheimst. Freilich kann der Wald durch den Hieb auch verdorben und ferner seine Wiederverjüngung, ja der ganze Waldbetrieb als solcher aufs Spiel gesetzt werden.

Das ausserordentliche Pondus dieser Betriebsmassnahme sei hier noch einmal betont. Sie fliesst ja wirtschaftlich aus der langen Zeit her, die verstreicht, bevor auf einer Hiebsfläche ein neuangelegter stellvertretender Bestand wieder für die Axt ausgereift ist.

Bekanntlich ist somit die Waldertragsregelung, d. h. die zeitliche und örtliche Feststellung der verschiedenartigen Hiebe bzw. der Hiebssätze ein ausserordentlich wichtiger, im allgemeinen der allerwichtigste Teil der praktischen Waldbetriebseinrichtung.[1]

Es wird im Folgenden auf die Waldbetriebsregelung mit besonderer Berücksichtigung der für die Waldertragsregelung bedeutungsvollen und ihr naheliegenden Fragen, speziell in bezug auf die Waldverhältnisse Finnlands eingegangen.

II

Der Hieb, und dadurch auch seine Regelung, muss sich bekanntlich nach mehreren Umständen richten.

Die verschiedenen Holzarten zeigen an und für sich im Vergleich zueinander, weiter auf verschiedenen Standorten, in verschiedenen Höhenlagen aufgezogen usw., eine in biologischer und dadurch auch in wirtschaftlicher Hinsicht wechselnde innere Bestandesstruktur und -entwicklung. Eine Waldertragsregelung, die eine möglichst gute wirtschaftliche Leistung bezweckt, muss selbstverständlich diese wechselnden Verhältnisse sowohl in betreff der Art der Erziehungs- wie der Verjüngungshiebe berücksichtigen, so wie sie sich auch überhaupt aufs engste auf die naturgesetzlichen

[1] SCHILLING (1924, S. 7) macht sogar durchaus keinen Unterschied zwischen der Waldertrags- und der Waldbetriebsregelung oder -einrichtung.

Grundlagen des Waldes in allen seinen Lebenslagen gründen und stützen muss.[1]

Weiter haben die wirtschaftlichen Verhältnisse (einbegriffen deren künftige Entwicklung), unter denen der jeweilige Waldbetrieb steht, einen grundbedeutungsvollen Einfluss auf die Nutzungsformen des Holzes bzw. des Waldes und dadurch auch auf die Anordnungsweise der Hiebe. In dem Begriff extensive - - intensive Bewirtschaftung sind eine unzählige Menge Varianten von Wirtschaftsstärken und -formen eingeschlossen. — Im Zusammenhang mit diesem Moment der Waldertragsregelung seien ferner die vorkommenden Verschiedenheiten in rechtlichen und sozialen Verhältnissen, in politischen Situationen, in persönlichen Wünschen und Liebhabereien des Waldbesitzers etc. als für das Wirtschaftsziel des Waldbetriebs bedeutungsvolle Faktoren erwähnt. Auch auf die mit dem eigentlichen Ertragswald kontrastierenden Schutz- und Schönheitswälder sei hier beiläufig aufmerksam gemacht. (Vgl. besonders HESKE 1924.)

Schon die prinzipielle Feststellung der Anwendungsart der Axt während der Erziehungszeit des Waldes, sowie die Beurteilung des Waldreifestadiums und -»zeitpunkts» und ferner der Art des Verjüngungshiebes hat also eine Mannigfaltigkeit von ausserordentlich wichtigen Fragen zu lösen. Die Art und die Grösse des Hiebssatzes, so wie er jeweils prinzipgemäss aus dem Walde zu erhalten bzw. zu entnehmen ist, sind also auch schon in den normalsten Fällen recht schwer genau und unanfechtbar zu berechnen und festzulegen.

Der wirkliche Zustand, den sowohl die einzelnen Waldungen an sich wie die Aufbauform ganzer Waldkomplexe zeigen und der selten — wenigstens in Gebieten, wo die Wälder sich entweder in mehr oder weniger unverändertem Naturzustand befinden oder wo die Wälder hauptsächlich nur Exploitationsgegenstände, ohne eigentliche waldbauliche Bewirtschaftung gewesen sind — ein auch nur annähernd »normales» Waldbild aufweist, ist das dritte Hauptmoment, das für die

---

[1] Die Titel z. B. folgender bekannter Werke drängen sich hier ungesucht auf:
MAYR, Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage.
WAGNER, Die Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde.
Ebenso sei hier an die Waldtypentheorie erinnert, die gerade die naturgesetzlichen Grundlagen des angewandten Waldbaus und der Waldnutzung und deren Regelung bezweckt. Siehe CAJANDER (z. B. 1909, 1921 a, 1923 b, 1925—1926, 1926 b).
U. a. in der besprochenen Hinsicht beachtenswerte Aufforderungen haben neulich auch z. B. JEDLINSKI (1926) und PACZOSKI (1926) ergehen lassen.

jeweilige Ertragsregelung im praktischen Waldbetrieb von grundsätzlicher Bedeutung ist.

Diese drei grossen führenden Begriffe: die naturgesetzlichen Grundlagen der Waldwirtschaft, die wirtschaftlichen Verhältnisse (im erweiterten Sinn genommen; vgl. oben), denen der fragliche Betrieb jeweils unterliegt, und der tatsächliche Zustand, in welchem sich der zu bewirtschaftende Wald befindet, liefern gemeinschaftlich das Gepräge, unter welchem die Feststellung der Hiebe und der Hiebssätze, d. h. die Waldertragsregelung zu kennzeichnen und vorzunehmen ist.

III

Die Anzahl der waldbildenden Holzarten Finnlands ist recht klein. Drei Hauptarten: die gemeine Kiefer, die Fichte und die Birke (*verrucosa* und *odorata*), und einige entweder weniger häufig vorkommende oder sonst weniger bedeutungsvolle: die Espe, die Erle (*incana* und *glutinosa*) und die Eiche, seien hier erwähnt. Von den eingeführten fremdländischen Arten mag vorläufig besonders nur die Lärche (*europaea* und *sibirica*) angeführt werden.

Die gegenseitigen Beziehungen der genannten Holzarten und der verschiedenen Standorte sind für finnische Verhältnisse in mehreren Hinsichten schon ausführlich untersucht worden. Es liegen so z. B. vollständige Produktions- und Stammverteilungstabellen über die verschiedenen Hauptholzarten und Waldtypen für gleichaltrige naturnormale Bestände der Südhälfte Finnlands vor. Auch für die zurzeit weniger bedeutungsvollen Holzarten sind teilweise tiefgreifende Untersuchungen gemacht worden. [1]

Noch durch eine grosse Menge anderer hierhergehöriger Untersuchungen ist die finnische Waldwirtschaft schon vielseitig begründet. Beispielsweise sei die umfangreiche Literatur über die Waldtypen in enger Beziehung zu dem praktischen Waldbetrieb überhaupt genannt. So ist z. B. ganz Finnland auf die Waldtypenverteilung, auf das Vorkommen der

[1] Es seien hier z. B. folgende Werke angeführt: CAJANDER (1916, 1917, 1925—1926), HEIKINHEIMO (1915), Y. ILVESSALO (1916, 1920 a, b, c), L. ILVESSALO (1923), KUJALA (1924), LAKARI (1920), MULTAMÄKI (1921, 1923), LÖNNROTH (1925, 1926).

verschiedenen Holzarten an sich und auf den verschiedenen Waldtypen usw., mittels einer durchgehenden Linientaxierung untersucht worden.[1] Weiter hat man die Samenjahr- und andere Verjüngungsverhältnisse von den südlichsten Gebieten bis an die Waldgrenze hin erforscht.[2] Usw.[3]

Es fehlen jedoch natürlich auch noch verschiedene, für eine vollkommenere Betriebs- bzw. Ertragsregelung wichtige Daten. So ist z. B. die biologisch und wirtschaftlich genau begründete und abgewogene Durchforstung vorläufig nur mangelhaft untersucht; Ertragstafeln für mittels Durchforstungen erzogene Waldungen sind bei uns noch nicht vorhanden, wenn auch mehrere Hundert Durchforstungsversuchsflächen schon angelegt worden sind. Manches scheint aber auch in anderen Ländern in dieser Frage noch zu tun und zu untersuchen zu sein. Ferner sind die zu ungleichaltrigen Bestandesformen führenden Hiebe noch nicht wissenschaftlich genau geprüft, untersucht oder klargelegt. Noch weniger verfügt man über diesbezügliche für praktische Zwecke bestimmte oder ihnen angepasste Vorschriften oder Daten. Wenig hat man ja auch in den Ländern, wo eine rationelle Waldbetriebsregelung schon früh durchgeführt worden ist, endgültig begründete und berechnete Zahlenwerte in dieser Hinsicht vorlegen können, obgleich die angeführten Hiebsarten selber schon seit lange Anwendung gefunden haben. Es ist im Rahmen dieser Aufgaben noch viel Arbeit zu leisten, nicht am wenigstens in betreff der biologischen Grundfragen, auf denen die ganze Wirtschaft ruht. Vor allem muss das Untersuchungsmaterial standortsgerecht geordnet und behandelt werden, um wirklich brauchbare Zahlenwerte zu liefern. —

Ausser den im ganzen recht grossen eng örtlichen Schwankungen in der Fruchtbarkeit des Bodens sind die Waldwachstumsverhältnisse Finnlands wegen des vom 60. Breitengrade sich weit nach Norden erstreckenden Landes durch eine erhebliche Güteamplitude gekennzeichnet. In den südlichsten Teilen gedeiht die Eiche, — die nördlichsten Regionen liegen nördlich von der polaren Waldgrenze. — Das Land ist im allgemeinen schwach und weich kupiert; nur in den nördlichsten Teilen kommen grössere Höhenverschiedenheiten vor. Die Ablagerungen sind relativ dünn,

[1] Vgl. Y. Ilvessalo (1924). Ferner auch Lukkala (1919) und Multamäki (1919).

[2] Vgl. L. Ilvessalo (1917), Lakari (1915), Aaltonen (1919), Lassila (1920) und Renvall (1912).

[3] Vgl. über weitere hierhergehörige Untersuchungen besonders L. Ilvessalo (1926).

und das Urgebirge tritt, abgesehen von einigen Gebieten, hie und da überall hervor. Die Niederschlagsmenge ist im grossen und ganzen zu ca. 300—700 mm pro Jahr zu berechnen.

* * *

Die wirtschaftlichen Verhältnisse Finnlands wechseln in örtlicher Beziehung ausserordentlich stark.

Schon aus den obigen Hinweisen wird klar, dass die Voraussetzungen für die forstliche Tätigkeit in den verschiedenen Teilen Finnlands sich sehr verschieden gestalten müssen. Das im Vergleich zu der Einwohnerzahl grosse Landareal (im Durchschnitt rund 10 ha pro Einwohner) hat weiter zu einer grossen Variation in der Bevölkerungsdichte geführt, die die schon von Natur sehr differenzierten wirtschaftlichen Verhältnisse nur noch weiter differenziert hat. Hierzu kommt ferner die Art des Aufbaus des Eisenbahn- und des allgemeinen Wegenetzes, welche natürlich auch nicht gleichmässig abgesteckt werden können, — und weiter schwanken z. B. die Flössereiverhältnisse bedeutend, obwohl sie im allgemeinen ja in dem Lande der ausserordentlich vielen Wassersysteme vorzüglich sind.

Die Eigentumsverhältnisse variieren auch sehr. Vom Staatsbesitz ausgehend, der rund ein Drittel des ganzen Landareals des Reiches umfasst, kommt man gegensätzlich zu den wirklich sehr kleinen freistehenden kleinbäuerlichen Siedlungen, die mit Wald und Feld alles in allem oft nur kaum je zehn Hektare ausmachen. Dazwischen liegen die Grossbesitze (hauptsächlich) der Holzindustriegesellschaften, die Stadt-, Gemeinde- und Genossenschaftswaldbesitze sowie die privaten Gross-, Mittelgross- und Kleinbesitze. Die kleinen Katen von je ein paar Hektar Acker- und Waldboden zusammen sind keine eigentlichen Siedlungsgehöfte.

Es sei weiter auf die einstweilen relativ bescheidenen Unternehmungskapitalien, die in unserem Lande zur Verfügung stehen, hingewiesen. Die Waldfläche Finnlands, die 74 % des ganzen Landareals (rund 25.3 von 34.4 Mill. ha) beträgt, kann daher zurzeit nur teilweise unter intensiverer Waldnutzung bzw. -behandlung stehen. Das Kontingent des mit höherer waldbaulicher Bildung ausgerüsteten Fachkorps ist bis auf weiteres auch recht klein im Verhältnis zu den tatsächlichen Anforderungen dieses riesigen Waldareals.

Die Waldnutzung ist freilich dahin gelangt, dass sie den Zuwachs in

gewissen Gegenden übersteigt; der Nettogewinn, den der Waldbesitzer bei seinem Waldbetrieb erhält, ist jedoch noch bisweilen verhältnismässig so klein, dass eine intensivere waldbauliche Wirtschaft, z. B. durch einen speziell besoldeten ausgebildeten Fachmann nicht immer durchführbar ist. Die waldwirtschaftlichen Massnahmen beschränken sich somit noch manchmal nur auf die Entnutzung der in der einen oder anderen Hinsicht als abtriebsreif angesehenen Holzvorräte und, falls notwendig, auf Stehenlassen von Samenbäumen zur Besamung der Hiebsflächen. Bisweilen ist es wegen der stellenweise noch sehr extensiven wirtschaftlichen Verhältnisse auch beim besten Willen nicht möglich, viel mehr zu tun.

Man denke in dieser Hinsicht beispielsweise an die hoch im Norden liegenden kolossalen Staatswaldgebiete, wo die Nachfrage nach Holz von Seiten der privaten Holzindustrie teilweise noch so gering ist (vgl. z. B. Saari 1923), dass der Staat selber als Verkäufer auch von veredeltem Holz hat auftreten und aus diesem Grunde u. a. ein grosses Sägewerk im Norden hat anlegen müssen.

Alles in allem scheint die Holznutzung als Ganzes in Finnland, trotz lokaler Übernutzung, noch nicht die Höhe des ganzen Holzzuwachses erreicht zu haben. (Vgl. z. B. Y. Ilvessalo 1924, S. 24.) Es vermorscht nach wie vor viel Holz in den finnischen Wäldern, also wegen Mangels an genügenden Bedingungen für eine intensivere Waldnutzung in einigen Teilen des Landes. Eine Veränderung zum Besseren kann auch nur allmählich vor sich gehen. —

Die Grösse der Ausnutzung der Wälder, bzw. die Anforderungen, die man zurzeit in wirtschaftlicher Hinsicht an die Wälder stellt, seien hier noch in aller Kürze auf Grund der Volumkonsumtion an Holz beleuchtet.

Nach mutmasslichen Berechnungen dürfte sich die jährliche Holznutzung in Finnland im ganzen auf etwa 40 Mill. fm^3 und pro ha der ganzen Waldfläche auf etwa 1.6 fm^3 belaufen. Davon dürfte etwa die Hälfte für die Befriedigung des Hausbedarfs an Holz in Anspruch genommen werden.

* * *

Der gegenwärtige Zustand der finnischen Wälder ist im allgemeinen nicht der beste.

Manchmal sind die Wälder, wie erwähnt, als nur von der Natur geschenkte Exploitationsgegenstände benutzt worden. Die Nachhaltigkeit des Waldbetriebes hat man demgemäss — öfters mit wenig Rücksicht-

nahme auf die biologischen Gesetze des Waldbaus und auf eine künftige rentable Wirtschaftsführung — allein der Natur überlassen.[1]

Speziell hat man früher die Holzvorräte in grosser Ausdehnung der landwirtschaftlichen Brandkultur geopfert. Bei dieser und auch sonst sind ausserdem grosse Flächen Waldes durch Lauffeuer untergegangen. Nach jeweils beendeter Bewirtschaftung bewaldeten sich die brachliegenden Bereiche allmählich wieder, teilweise sehr gleichmässig und schön, aber oft auch natürlicherweise ungleichmässig und unvollständig. In den so entstandenen, oft noch recht jungen bzw. mittelaltrigen Beständen hat man später wieder bisweilen vorzeitige oder teilweise unrichtig durchgeführte Einschläge gemacht, die eine der Ursachen zu dem jetzigen durchschnittlich relativ niedrigen Bestockungsgrade sind.

Andrerseits hat man öfters die vollausgereiften Bestände nur unvollständig benutzt, so dass die Wiederverjüngung speziell in Beständen aus einer »Lichtholzart» nicht in genügendem Masse stattfinden konnte. Weiter sind die überalten Bestände in wirtschaftlich entlegenen Gebieten öfters ohne jede waldbauliche Behandlung geblieben und stehen daher zurzeit lückig und undicht. Auch besser gelegene Bestände sind bis auf weiteres nur teilweise durch forstliche Erziehungshiebe gepflegt worden.

Durch Viehweide ist ferner Wald vielerorts in relativ schlechte und unrentable Bestockung geraten oder fast holzlos geblieben. Nennenswerte Flächen haben sich desgleichen mit minderwertigen Holzarten (z. B. mit Grauerle) oder auch sonst nicht standortsgerecht (z. B. Fichte auf trockenem Heideboden) bestockt.

Die Altersverhältnisse sind im ganzen auch recht unnormal. Die mittelaltrigen Bestände überwiegen in der südlichen Hälfte des Landes recht stark, wogegen die jüngsten Altersklassen spärlich vorhanden sind. Wegen der Übermacht der mittelaltrigen Bestände ist der laufende Volumzuwachs zurzeit jedoch trotz des niedrigen Bestockungsgrades verhältnismässig gross.

Folgende Ziffern lassen den heutigen Waldzustand noch klarer hervortreten. (Vgl. Y. ILVESSALO 1924.)

Der Mittelfestgehalt (mit Rinde) pro ha Waldfläche des ganzen Landes ist 64 m^3; für produktive Böden besonders 76 m^3 und für schwachergiebige 19 m^3.

---

[1] I. J. 1917 trat eine wirksamere Ergänzung zu unserem Waldgesetz in Kraft, die sowohl auf dem Prinzip einer effektiven Wiederverjüngung wie teilweise geforderter Hiebsreife der zu entnutzenden Waldungen beruht. (Vgl. A s e t u s — — 1917.)

Der ganze Festgehalt des Landes beträgt 1620 Mill. m³ und der gesamte laufende Zuwachs pro Jahr 44 Mill. m³. Pro Jahr und ha hat man einen durchschnittlichen Zuwachs von ca. 1.8 m³ berechnet.

IV

Die Waldbetriebs- bzw. -ertragsregelung basiert sich also grundsätzlich einerseits auf die Wuchsgesetze des Baumbestandes und andrerseits auf die wirtschaftlichen (sowie rechtlichen usw.; vgl. S. 5) Verhältnisse, unter denen der jeweilige Waldbetrieb auszuüben ist.[1]

Besonders unter einen wenigstens allgemeineren, gemeinnützigen Gesichtswinkel gestellt, müsste der Waldbetrieb ferner so durchgeführt werden, dass er in betreff der Nutzungen an Holz die Forderungen einer wirtschaftlich möglichst vorteilhaften gleichmässigen Nachhaltigkeit erfüllt. Die Theorie von einem solchen Waldzustand und seiner fortgesetzten Erhaltung, woraus ein so beschaffenes Betriebsergebnis hervorgeht, führt weiter zu dem Normalwaldbegriff.

Der Normalwald kann seinerseits auf mehrerlei Weise definiert werden. Die angeführte Herleitung des Normalwaldbegriffes schliesst eine den Grundzweck des Normalwaldes freilich schon blosslegende Definition ein. Eine andere derartige prinziperklärende, doch auch schon nähere Definition stammt von Biolley her (1919; vgl. Knuchel 1923, S. 234); sie lautet:

»Unter Normalwaldzustand verstehen wir heute den Zustand, in welchem ein Wald dauernd den höchstmöglichen Zuwachs an wertvollem Material bei möglichst kleinem Vorrat liefert».

Biolley bezieht seine Definition speziell auf ungleichaltrige Wälder.

Eine weitere Definition ist die allbekannte, für den aus einzelnen gleichaltrigen Hochwaldbeständen zusammengesetzten Normalwald, hauptsächlich in technischer oder formaler Hinsicht aufgestellte Massregel. Sie dekretiert bekanntlich ein gleichflächiges, vom Entstehungs- bis zum Reifestadium stufenweises gleichmässiges Altersklassenverhältnis von

[1] Das dritte Hauptmoment der Waldertragsregelung, der tatsächliche Zustand des Waldes, ist nicht zu den »grundsätzlichen» Faktoren zu rechnen.

»normalwüchsigen und -bestockten» Einzelbeständen und einen entsprechenden jährlichen Abtrieb und Wiederverjüngung des jeweils hiebsreifen ältesten Bestandes.

Jeder Umstand, der eine gewisse Differenzierung in der Grösse oder Verteilungsart des Normalkriteriums (Alter, Dimension usw.) herbeiführt, zwingt ferner zu einer entsprechenden Teilung des Waldganzen. Solche zwingende Umstände werden bekanntlich durch Verschiedenheit in Holzart, in Bestandesgründung oder -erziehung, in Standort, in wirtschaftlichen Verhältnissen bzw. in Wirtschaftsziel (Ertragszweck) (vgl. S. 5) etc. hervorgerufen. Es müssen demgemäss verschiedene B e t r i e b s k l a s s e n gebildet werden. —

Kennt man die grundlegenden Dinge des Waldbetriebs sowohl in der einen wie in der anderen Hinsicht, so kann auch das Bild des fraglichen Normalwaldes hervorgezaubert werden. Eine ganz andere Sache ist, ob ein solches ideales Vorbild in den realen Wald übertragen, d. h. ob ein realer Waldbesitz in den sog. idealtheoretischen Normalzustand übergeleitet werden kann. Das ist bekanntlich nicht möglich — und zwar aus mehreren wichtigen Gründen.

Lässt man nämlich auch alle die Gesichtspunkte beiseite, die davon herrühren, dass schon die grundlegenden Fragen, worauf der Normalwald sich als solcher basiert, niemals durchaus genau erklärt und festgestellt werden können, so setzt ja schon die einzige Tatsache, dass die verschiedensten wirtschaftlichen Momente, die ihrerseits in der Frage überaus bedeutungsvoll sind, sich stets verändern, die Möglichkeit eines idealen Normalwaldaufbaues aufs Spiel.

Weitere diesbezügliche hindernde Ursachen sind bekanntlich die unabsehbaren Naturereignisse (allerlei Kalamitäten etc.), die unvermeidlichen Walddefekte verschiedener Art, wie unebene und unvollkommene Bestandesränder, Steine und Gerölle, kleinere Versumpfungen usw., die in der Plankarte nicht aufgezeichnet werden können, — weiter die verschiedenartigen Wiederverjüngungsschwierigkeiten, die wechselnde biologische Bewirtschaftung der Wälder usw. Endlich wirkt auch die Teilung der Besitze bestimmtenfalls verrückend auf den Stufenzustand des Waldes ein. Vgl. ausserdem weiter unten.

Infolge dieser Tatsache fragt man sich, ob eine (gleichmässige) Nachhaltigkeit der Erträge auch o h n e einen Normalzustand des Waldes erhalten werden kann, und weiter, ob denn diese Nachhaltigkeit überhaupt von grösserem Belang für die Waldwirtschaft ist.

Die Antworten auf diese Fragen sind ja ohne weiteres klar.

Die Nutzungen können wohl auch ohne Normalzustand des Waldes gleichmässig und nachhaltig gemacht und erhalten werden, wenn sie in betreff des tatsächlichen Waldzustandes nur niedrig genug sind. Der Überschuss an Zuwachs, der nicht benutzt wird, wirkt dann entweder vermehrend auf das Holzkapital, oder er geht durch Selbstvermorschung allmählich zugrunde. — Dieser Fall kommt bei Waldbesitzern vor, die eine übermässige Waldschonungspolitik treiben. Sie sind nicht so sehr selten; z. B. Nordfinnland scheint wegen zwingender wirtschaftlicher Umstände zum Teil als ein solcher Fall angesehen werden zu können.

Verbraucht man andrerseits eine verhältnismässig höhere Holzmenge, so kann man eine Nutzung der besprochenen Art dagegen nur während einer gewissen Zeit hervorbringen, einer Zeit, deren Länge von dem Verhältnis zwischen dem Abgang und der Waldgrösse und dem Waldzustand (Zuwachs) bzw. der Art der Bewirtschaftung abhängig ist. Je nach den Umständen kann eine solche Nutzung den Waldzustand wenigstens auch für eine gewisse Zeit verbessern, kann ihn aber auch von Anfang an natürlich verschlechtern, endlich sogar den ganzen Betrieb gefährden. — Sehr häufig kommt dieser Fall vor, und z. B. gewisse Gebiete der südlichen Hälfte Finnlands können vielleicht zurzeit als solche Fälle angesehen werden.

Den höchsten gleichmässigen nachhaltigen Ertrag liefert der Normalwald, der aber also in seiner streng theoretischen Form ein unerreichbares Vorbild, ein Phantom ist.

Die zweite Frage über den Grad der Notwendigkeit der (gleichmässigen) Nachhaltigkeit der Holzerträge kann wohl folgendermassen beantwortet werden: in dem Grade, wie die nachhaltige Befriedigung des Holzbedarfs im menschlichen Haushalt notwendig und schwer ersetzbar ist, in demselben Grade ist auch der nachhaltige Holzertrag in der Waldwirtschaft eine Notwendigkeit.

Es kann zweckmässig sein, einen Blick auf die gegebene Antwort zu werfen, besonders mit Rücksicht auf die fraglichen Verhältnisse in Finnland.

Das Holz ist für uns zurzeit ein ausserordentlich wichtiger Artikel. Sowohl als Brennholz, als Bauholz, als Rohstoff und in anderen derartigen Formen für privaten, industriellen und allgemeinen Hausbedarf, wie als Ausfuhrware und Kompensationsmittel für die Einfuhr ist es für unser Land von ungeheuer grosser nationalökonomischer Bedeutung. In vielen Hinsichten ist es auch unersetzbar und in mehreren anderen schwer zu

kompensieren. Weiter sprechen die verschiedenen inneren Konsequenzen einer hoch aufgearbeiteten Holzindustrie, die Arbeiterfrage, die in der Industrie gebundenen Kapitalien usw., mit.

Die jährliche, ja die tägliche Befriedigung des Holzbedarfs ist somit in grosser Ausdehnung ein absolut zwingender Faktor für das Gedeihen und den Erfolg unseres gegenwärtigen Haushalts, so im Grossen wie im Kleinen. Die Grösse der jetzigen Gesamtholznutzung kann auch nur ausserordentlich schwer vermindert werden, dagegen geht sie bis auf weiteres einer Erhöhung entgegen. Wenigstens eine ungefähr der gegenwärtigen Nutzung entsprechende Nachhaltigkeit der Holznutzung ist für unser in mehreren anderen Hinsichten an Naturreichtümern recht armes Land heute eine sehr zwingende Notwendigkeit, — eine Notwendigkeit, die, wie gesagt, in der Zukunft gewiss nur zu noch erhöhten Anforderungen an Holz führen wird.

Oben wurde schon erwähnt, dass der jährliche laufende Zuwachs des ganzen Landes gegenwärtig auf ca. 44 Mill. m^3 und die ebenso jährliche Holznutzung auf ca. 40 Mill. m^3 geschätzt sind. Der Zuwachs dürfte also grösser als die Nutzung sein. Die diesbezügliche tatsächliche Lage ist jedoch nicht ganz so vorteilhaft, wie diese Ziffernangaben an sich vorspiegeln. Bekanntlich sind hier nämlich nicht nur die Gesamtzahlen bedeutsam; es kommt auch sehr viel auf die Einzelheiten an, und in dieser Hinsicht ist, wie auch schon oben erwähnt wurde, in unserem Waldbetrieb nicht alles in bester Ordnung.

Gegen einen unausgenutzten Zuwachs in Nordfinnland steht, wie schon angedeutet, eine teilweise Übernutzung in der südlichen Hälfte Finnlands, die auch schon merkbar an dem Vorratskapital gezehrt hat, besonders weil die Hiebe auch waldbaulich durchaus nicht immer rationell durchgeführt sind. Im Norden dürfte gegenwärtig das Übermass an Zuwachs aus mehreren Ursachen zum Teil zugrunde gehen, indem der Zuwachs nur teilweise den Vorrat erhöhen kann, — im Süden schmilzt der Vorrat, hoffentlich doch nur vorübergehend, allmählich zusammen. Obwohl nicht die Gesamt n u t z u n g, scheint also doch der Gesamt a b g a n g grösser als der Zuwachs unserer Wälder zu sein.

Für die Verbesserung der allgemeinen Lage kann jedoch auch vieles getan werden, — obgleich andrerseits die wirklich effektiven Verbesserungen im allgemeinen nicht leicht zur Ausführung gebracht werden können, besonders da der Massstab, in welchem die Aufgaben durchgeführt werden müssten, so ungeheuer gewaltig ist.

Übrigens ist der laufende Zuwachs bekanntlich an und für sich auch

kein endgültiges Kriterium für die zeitlichen Hiebssätze. Die anderen Einzelheiten des tatsächlichen Waldzustandes sind in dieser Hinsicht ebenfalls bedeutungsvoll. Es handelt sich ausserdem nicht, wenigstens nicht in diesem Falle, bloss um eine Nachhaltigkeit des jetzigen Waldbetriebszustandes, sondern womöglich um eine Steigerung der Leistung, oder überhaupt um einen möglichst stark erhöhten und hohen realen nachhaltigen Ertrag der Wälder.

Weil ein jeder Waldbesitzer seine ausgereiften Bestände bzw. Bauminidividuen nach seinem eigenen Willen abtreiben oder stehen lassen kann (unser Waldgesetz verbietet unforstliches Hauen von wüchsigen (unreifen) Nadelwaldungen, zwingt aber keinen zu hauen, sondern nur die Hiebsflächen wieder zu bewalden, wenn gehauen wird), so kann eine zwangsweise Veränderung (Verbesserung) des unvorteilhaften Alters- bzw. Dimensionsklassenverhältnisses in den zum Privatbesitz gehörigen Wäldern gegenwärtig nicht durchgeführt werden. Durch Propaganda kann der Staat dagegen Resultate erzielen, und eine derartige Arbeit wird wohl allmählich auch fruchtbar werden, da die diesbezüglichen Vorteile des einzelnen Waldbesitzes mit dem Gemeinwohl in der Hauptsache zusammengehen (vgl. weiter unten). Grosse Schwierigkeiten werden jedoch auch immer restieren, schon z. B. darum, weil die Durchführung eines Verbesserungsplans des Waldzustandes im allgemeinen viel längere Zeit in Anspruch nimmt, als die effektive Arbeits- bzw. Lebenszeit eines Waldbesitzers umfasst, und weiter, weil ein solcher Plan bisweilen auch direkte Opfer oder Enthaltsamkeit von Seiten des jetzigen Besitzers zu Gunsten der Nachkommenschaft fordert.

In seinen eigenen Wäldern kann der Staat freilich einen eine Nachhaltigkeit der Erträge verbürgenden Stufenzustand wissentlich anstreben und die Verhältnisse in dieser Hinsicht auch tatsächlich verbessern. Es liegt auch prinzipiell, im Sinne des allgemeinen Wohles, eine gewisse Pflicht vor, innerhalb des Staatswaldbetriebs in dieser Richtung zu wirken, und zwar desto mehr, je weniger die Privatwälder im ganzen genommen eine gleichmässige Nachhaltigkeit der Erträge gewährleisten. Der Staatswaldbesitz müsste vielleicht sogar in der besprochenen Hinsicht nach Möglichkeit zu einem elastischen Allgemeinregulator des Gesamtwaldbetriebes des Reiches werden. — Welche wirtschaftlich bzw. betriebstechnisch schwierige ja unlösbare Probleme jedoch durch eine derartige gedachte weitgehende Zweckdienlichkeit in betreff der Staatswaldwirtschaft entstehen, dürfte sich weiter unten näher ergeben. —

Wie man auch die Ertragsregelung innerhalb dieser grossen Betriebs-

führungen ordnen will und ordnen wird, müssen die Fragen doch erst im Kleinen und in den Einzelheiten analysiert und geprüft werden. Im Folgenden wird die Nachhaltigkeits- bzw. die Normalitätsfrage noch in solcher Hinsicht etwas näher erwogen werden.

V

Finnland ist in bezug auf die Holzwaren bekanntlich ein Ausfuhrland. Die Waldfläche, der zurzeit stehende Vorrat und der jetzige laufende Zuwachs an Holz sind im Vergleich zu der Befriedigung des gesamten gegenwärtigen Hausbedarfs an Holz übergross.

Die Grösse des Waldbesitzes im Verhältnis zu der Grösse der jeweiligen Hausbedarfsholzmenge variiert dagegen bei den einzelnen Grundbesitzern erheblich. Es gibt sowohl Besitzer, die in dieser Hinsicht zu wenig des Guten haben, wie auch selbstverständlich solche, deren Wälder mehr produzieren, als sie für den eigenen Bedarf verbrauchen.

Von Ausnahmen abgesehen, ist in der Regel die sonst wirtschaftlich richtig vorgenommene Hausbedarfsnutzung des eigenen naheliegenden Waldes für den Waldbesitzer vorteilhafter als ein entsprechender Aufkauf anderswoher. Weil die Hausbedarfsholznutzung ferner notwendig und oft unmöglich oder schwer anderweitig zu ersetzen ist, muss der Befriedigung dieses Hausbedarfs im allgemeinen auch der Vorzug bei der Ausnutzung der manchmal übermässig erhaltenen Holzerträge gegeben werden; dem Holzverkauf wird demgemäss erst der zweite Rangplatz in der Nutzniessung des zur Verfügung stehenden Holzes zugewiesen werden.

Von den Umständen, die weiter eine prinzipielle Trennung des Hausbedarfsholzes von dem eventuellen Verkaufsholz zweckmässig machen, sei noch der erwähnt, dass das Hausbedarfsholz im allgemeinen mit weniger strengen qualitativen Forderungen, weniger konzentriert als das Verkaufsholz, oft besonders vorteilhaft durch Ausräumungs-, Durchforstungs- u. ä. Hiebe herausgenommen werden kann. Weiter wird dieses Holz gewöhnlich auch weniger genau notiert, gebucht usw. Ferner kann das Hausbedarfsholz im allgemeinen als eine ziemlich konstante oder auch allmählich sich erhöhende jährliche Bedarfsgrösse angesehen werden; periodisch vorkommende weitläufigere Neubauten u. dgl. können gewöhnlich relativ leicht abgeschätzt und weiter auf die zwischenliegenden Jahre betriebstechnisch verteilt werden.

Eine der ersten Aufgaben in dem Ausnutzungsplan der zu erhaltenden Holzerträge, d.h. in der Waldertragsregelung, ist auf Grund des Gesagten somit die Feststellung der Art und der Grösse der tatsächlichen Hausbedarfsholznutzung, wie sie zurzeit steht und welche Veränderungen sie wahrscheinlich in der Zukunft erleidet.[1] Welche grosse Rolle die Befriedigung des Hausbedarfs an Holz tatsächlich in der Waldertragsregelung spielt, kann schon aus der riesigen Nutzungszahl der gesamten Hausbedarfsnutzung Finnlands ersehen werden. Freilich ist ein grosser Teil dieser Gesamtmenge als Verkaufsholz von dem einen an den anderen finnischen Mitbürger zu registrieren, aber das, was noch übrig bleibt, genügt doch gut, um die Richtigkeit des Gesagten zu beweisen.

Für diejenigen Besitze, die entweder mit genauer Not und bestenfalls den Hausbedarf durch die gemeinschaftlichen Erträge des eigenen Waldes befriedigen können, sowie für die, die nicht einmal imstande sind, diesen Anforderungen zu genügen, sind die Grundprinzipien, nach denen der Waldbetrieb, bzw. die Ertragsregelung zu ordnen sind — soweit nämlich ein ernsthafter Waldbetrieb überhaupt ausgeführt wird — ohne weiteres festgestellt. Es bleibt für diese Güter bzw. Gütchen in der Tat nichts anders übrig, als eine dem Nachhaltigkeitszustand realiter möglichst nahestehende Ordnung in dem Walde zu schaffen, — um also den praktisch höchstmöglichen gleichmässigen jährlichen Ertrag zu erhalten und dadurch weiter den sonst zur Notwendigkeit werdenden Holzaufkauf entweder möglichst zu vermindern oder, noch besser, sich ganz davon freizumachen.

Derartige Grundbesitze gibt es in Finnland viel, und durch die neuen Gesetze über die Einlösung der Pachtungen ist ihre Anzahl in starker Zunahme begriffen. Die Frage der Befriedigung des Hausbedarfs an Holz,

[1] Es ist wohl nicht nötig, auf diesbezügliche Einzelheiten sowie auf die vielleicht vorhandenen Möglichkeiten, die Hausbedarfskonsumtion zu beschränken, hier näher einzugehen. Es sei nur betont, dass die Art der Hausbedarfsholznutzung in Finnland gegenwärtig im allgemeinen noch als verschwenderisch zu bezeichnen ist, und dass auf eine vernünftigere Haushaltung in dieser Hinsicht ernstlich hingearbeitet werden müsste. — Vgl. übrigens Saari (1922) und Lappi-Seppälä (1925), sowie Lassila (1916).

Es sei hierzu erwähnt, dass auf Grund einer Regierungsvorlage, welche neuerdings vom Reichstag angenommen wurde, die Grösse der ganzen Holzkonsumtion in Finnland in der allernächsten Zeit genau untersucht wird.

bzw. der Waldbetriebs- und -ertragsregelung in betreff dieser meistens kleinen, ja sogar sehr kleinen Liegenschaften wird sich in Finnland noch zu einer brennenden sozialpolitischen Frage entwickeln.

Die Lösung dieser Frage wird auch recht schwer und jedenfalls nur sehr mühsam durchzuführen sein. Mühsam schon deswegen, weil im Durchschnitt eine sehr lange Zeit vergehen und es oft eine grosse Portion von Enthaltsamkeit, ja gelegentlich von Opfern erfordern wird, bis ein auch nur annähernd tauglicher, die Nachhaltigkeit der Holzerträge sichernder Waldzustand auf den fraglichen Besitzen verwirklicht werden kann, — schwer weiter darum, weil ein solcher Kleinwaldbetrieb eine ausserordentlich sorgfältig geplante und durchgeführte Waldbehandlung voraussetzt, deren der Besitzer selber selten fähig sein wird. (Vgl. hierzu z. B. FUCKEL 1926, HECK 1926 a und RAU 1926.)

Für diejenigen Waldbesitze dagegen, die in dem hier besprochenen Sinne einen Überschuss an Waldfläche aufweisen, stellt sich die Betriebsfrage elastischer, desto freier und beweglicher, je grösser der fragliche Überschuss verhältnismässig ist. Auch in diesem Falle ist es jedoch zweckmässig, ja sogar notwendig, die Befriedigung des Hausbedarfs genau zu erwägen und zu regeln. Ein jährlicher Nutzungsbedarf, besonders wenn er noch gross ist, fordert in dem Waldbetrieb immerhin eine ganz spezielle Aufmerksamkeit von Seiten des Betriebsführers.

Mit den verschiedenen Zwischennutzungserträgen, die erhalten werden können, soll anfangs ein so grosser Teil des Hausbedarfs gedeckt werden, wie nur möglich ist. Was sonst noch zu befriedigen bleibt, muss also nachhaltig durch die Hauptthiebe erhoben werden. Um dies weiter programmgemäss durchzuführen können, muss tatsächlich ein dem berechneten Überschuss in der Hausbedarfsnutzung entsprechender Nachhaltigkeitszustand in dem Walde eingerichtet werden.

Ein solcher Zustand, der also nur einen Teil des fraglichen Waldes in geregelten Nachhaltigkeitsbetrieb stellt, kann ein reduzierter Nachhaltigkeitszustand genannt werden. In dem jetzt behandelten Sinne könnte er im allgemeinen auch »Hausbedarfsnachhaltigkeitszustand» heissen. Weiter könnte man hier von einer Art »Nachhaltigkeitsminimumgesetz» sowie von einer Mindestgrösse der nachhaltig geregelten Waldfläche sprechen.

Wie gesagt, je grösser der Wald im Verhältnis zu dem Hausbedarf an Holz ist, je leichter ist der Betrieb zu ordnen, d. h. je verhältnismässig begrenzter kann der zwingende reduzierte Nachhaltigkeitszustand sein. Oft ist

er auch schon ohne irgendeine Regelung da, bisweilen in übergrosser Ausdehnung. Selten sind endlich auch nicht die Fälle, wo für die Hausbedarfsnutzung gar kein Nachhaltigkeitszustand in betreff der Haupthiebe, sondern nur in betreff der Zwischennutzungen angestrebt werden darf.

Dass jedoch andrerseits eine Nachhaltigkeit der Zwischennutzungen ihrerseits jedenfalls einen gewissen, wenn auch nicht (wegen der Eigenart der Zwischennutzungen) besonders streng durchgeführten Nachhaltigkeitszustand in der Hauptstufenfolge des Waldes voraussetzt, ist ohne weiteres klar. Es herrscht zwischen den zwei besprochenen Nutzungsformen bzw. in der Ausformung des inneren Waldzustandes, wenn eine jährliche nachhaltige Nutzung durchgeführt werden soll, eine gewisse Normalgebundenheit. In einem Waldbetrieb, der einen Hausbedarf an Holz zufriedenstellen soll, kann man sich also selten von einem gewissen stufenartig aufgebauten Waldzustand ganz freimachen. —

Was weiter den hier als »Überschuss» charakterisierten Waldteil anbelangt, können auf ihn verschiedene Gesichtspunkte angewandt werden.

Wie schon oben angeführt wurde, wäre es erstens für das Gemeinwohl des ganzen Reiches wünschenswert, ja sogar wichtig, dass die gesamten Holzerträge des Landes dem Bedarf im grossen und ganzen gleichmässig fortwährend zur Verfügung ständen. Es wurde auch angedeutet, dass der Staat durch Propaganda unter den einzelnen Waldbesitzern, bzw. durch Gesetzgebung, in einer derartigen Richtung des Privatwaldbesitzes wirken kann und auch wirken soll,[1] sowie dass er auch durch geordnete Betriebseinrichtung in seinen eigenen Walddomänen gewissermassen einen möglichst guten Gesamtzustand und eine gute Gesamtnutzung der Wälder des ganzen Reiches anstreben soll. [2]

In betreff des recht stark ungleichmässigen Stufenverhältnisses, welches unsere Wälder als Gesamtheit betrachtet zurzeit charakterisiert, muss eine baldige effektive Verbesserung aber doch als eine Unmöglichkeit betrachtet werden. Schon eine auch nur bescheidene Veränderung zum Besseren wird ein ziemlich weitläufiges Zutun fordern. Die heutige besitzende Gene-

[1] In mancher Hinsicht wird ja auch schon gegenwärtig in diesem Sinne gearbeitet. Neulich ist weiter von Seiten eines Staatsausschusses ein weitgehendes Arbeitsprogramm über die Hebung der Privatwaldwirtschaft erschienen (vgl. Yksityismetsäkomitea — — 1926). Desgleichen hat auch der Finnische Forstverein eine energische Propaganda zu Gunsten der Waldwirtschaft überhaupt zu führen begonnen.

[2] Vgl. zu den diesbezüglichen waldpolitischen Fragen die Schriften von KONTOS (1926) und PARDÉ (1926).

ration, die in einer Hausseperiode lebt, wird eine Baisse als Erbe hinterlassen. Diesen kommenden, vorübergehenden niedrigeren Stand an Reifeholz kann unsere Zeit in betreff der ungünstigen Areal verhältnisse zwischen den jüngeren und älteren Wäldern nicht mehr aufheben. Dagegen liegt es in unserer Hand, die fraglichen Waldpartien gut zu pflegen und zu hüten, wodurch die besprochene Flauheit in den Holzerträgen doch gemässigt werden kann. Zum Besten der künftigen Zeiten sind wir überdies natürlicherweise verpflichtet, uns auch die Wiederverjüngung der zum Abtrieb kommenden Wälder sehr angelegen sein zu lassen, die produktive Waldfläche z. B. durch Entwässerung versumpfter Waldböden zu steigern und in verschiedenen anderen Hinsichten auf den Fortbestand und die Verbesserung der Waldwirtschaft hinzuarbeiten.[1]

Das einzige Heilmittel des Reichswaldganzen ist das der Heilung der einzelnen Teile dieses Ganzen.[2] Soll also die Frage der Waldbetriebseinrichtung prinzipiell, gemäss dem gemeinnützigen Gesichtspunkt behandelt und beurteilt werden, so müsste folglich auch der oben als »Überschuss» bezeichnete Waldteil eines jeden solchen Waldbesitzes, ebenso wie der Hausbedarfsteil, nach den Forderungen des Nachhaltigkeitsprinzips in betreff der Holzerträge geordnet werden.

Wie gesagt, ist jedoch eine, wenn auch nur annäherungsweise Verwirklichung eines so weitläufigen und zugleich so in die Einzelheiten gehenden Programms als sehr schwierig zu bezeichnen. Man hat deswegen auch einen Mittelweg zur Lösung der Frage angedeutet. Das ganze Land würde nach Wassersystemen oder anderen geeigneten Gesichtspunkten in Teile geteilt, wonach der Nachhaltigkeitszustand in jedem Teile apart angestrebt werden sollte. Man könnte hierdurch die verschiedenartigen zufälligen Zustände sich vielleicht elastischer als für das ganze Land gegenseitig bestmöglichst ausgleichen lassen und ein bestimmtes Zutun nur in gewissen folgenschwereren Hinsichten durchführen.

Indes fragt es sich doch immer, wo der regelnde Eingriff dann schliesslich gemacht werden soll und kann. In denjenigen Gebieten, wo der Staat grössere Domänen besitzt, wäre vielleicht eine gewissermassen ausglei-

[1] Es sei in diesem Zusammenhang erwähnt, dass von Seiten der Staatsforstverwaltung zurzeit auf Grund wissenschaftlich begründeter Untersuchungen grosszügige Pläne für die weitere Entwicklung und Hebung unserer Waldwirtschaft gemacht worden sind.

[2] PRESSLER: »Das Ganze muss gesund sein, wenn alle seine Teile gesund sind.» (Nach JUDEICH 1923, S. 174.)

chende Regelung auf Kosten der selbständigen Staatswaldregelung denkbar. Doch ein grösserer Zwang kann aus mehreren selbstverständlichen Gründen in betreff der Staatswälder in dieser Hinsicht auch nicht ausgeübt werden, und übrigens wäre eine weitgehendere derartige Anordnung praktisch fast unmöglich durchzuführen. Eine Zustandsregelung, die sich von Grund aus auf Zufälligkeiten stützt, würde endlich auch keinen Bestand haben.

Es bleibt in der Frage somit schliesslich nur ein einziger Ausweg übrig, der nämlich, dass Bestrebungen zu einem Nachhaltigkeitszustand in allen einzelnen Besitzen gemacht werden müssen. Mit einer Durchführung bzw. dem Versagen dieses Grundsatzes steht und fällt das Prinzip eines annähernd bestehenden gemeinschaftlichen Nachhaltigkeitszustands der gesamten Wälder des Reiches. [1] —

Von Seiten des einzelnen Waldbesitzes bzw. des Waldbesitzers können weiter vielleicht folgende Ansichten in der Frage geltend gemacht werden.

Denkt man sich den Waldbesitz als einen immerwährenden gleichbleibenden Gegenstand (wenn keine Veränderung in der Waldfläche stattfände, wäre er grundsätzlich ein solcher Gegenstand), so würde ein gemäss dem erörterten real möglichen Nachhaltigkeitsprinzip geordneter Betrieb der einzig richtige werden (vgl. noch weiter unten). Opfer, die anfangs wegen einer angenommenen Unordnung in dem Waldstufenzustand zu bringen wären, würden auf die Dauer wohl ersetzt. — Was hier über den Besitz als solchen gesagt ist, dürfte entsprechend auch für einen als »ewig» zu bezeichnenden Besitzer gelten.

Was dagegen den einzelnen zeitlichen Inhaber des Besitzes anbelangt, treten in der Sache im allgemeinen auch eine Menge Nebeninteressen in den Vordergrund, die oft wenig mit einer rationellen Waldwirtschaft zu tun haben. Könnte der Waldbesitzer noch fortgesetzt tun, wie und was er will, so wäre z. B. eine vollständige Verheerung sowohl des gegenwärtigen Waldvorrats wie des Waldbetriebs überhaupt ein Prinzip, nach dem er vielleicht seinen Besitz »bewirtschaften» würde. Beispiele eines solchen Verfahrens sieht man noch von früheren Zeiten her z. B. in Finnland.

Nach dem Inkrafttreten unseres neuen Waldgesetzes und seiner recht genauen amtlichen Überwachung kann der Besitzer seine eigenen Interessen nur im Rahmen dieses Gesetzes verfolgen. Wenn er also nicht

[1] Dass ein Gleichgewicht in den einzelnen einheitlichen Landesteilen überdies von ausserordentlicher wirtschaftlicher Bedeutung ist, ist natürlich ohne weiteres klar. Diese Tatsache ist jedoch eine Frage für sich.

auf das Wohl der nachkommenden Besitzer bedacht ist, oder auch überhaupt nicht altruistisch veranlagt ist, so benutzt er seinen Wald im allgemeinen so stark wie möglich, d. h. er treibt die Wälder durchgehends, nachdem sie in der einen oder anderen Hinsicht als »reif» angesehen werden können, ab und bewaldet die Hiebsflächen wieder, soweit er dazu gezwungen ist. Sein Nachhaltigkeitsprinzip besteht also nur in einem gesetzlich vorgeschriebenen Wiederbewalden der zum Abtrieb gekommenen Bereiche, dagegen bekümmert er sich vielleicht wenig um einen wirklich nachhaltigen Waldbetrieb. Auch den (eigentlichen) Hausbedarf befriedigt er so, wie er ihn am bequemsten befriedigen kann; hierbei ist er nämlich gesetzlich von jedem Reifeprinzip unabhängig.

Die Stufenfolge unserer Wälder ist im grossen und ganzen von rein zufälliger Natur. Ein Waldbetrieb von dem zuletztbeschriebenen Charakter wird sie im allgemeinen auch nicht verbessern. Der Zufallszustand wird im Zeichen derartiger Waldwirtschaft weiter ein Zufallszustand verbleiben. Von einer eigentlichen Waldbetriebsregelung ist in einem solchen Fall auch nicht die Rede. Es ist nur eine Exploitation der Wälder im Rahmen der Gesetzgebung. —

Wie soll sich nun der Waldbetriebseinrichter, der mit einer Betriebsregelung betraut ist, zu diesen zwei Antipoden verhalten?

Es kommt natürlich einigermassen darauf an, unter welchen äusseren Verhältnissen er zu arbeiten hat, aber grundsätzlich soll er wissentlich im Sinne einer real möglichen Nachhaltigkeit der Holzerträge wirken.

Wie kräftig oder zwingend er in dieser Richtung vorgehen soll, kann nicht allgemeingültig angegeben werden; es ist, wie schon z. B. C. HEYER (1841) hervorhebt, nach den jeweiligen inneren und äusseren Waldverhältnissen zu beurteilen und zu entscheiden. Bisweilen kann die Betriebsregelung hinreichend elastisch ohne prinzipielle wirtschaftliche Opfer durchgeführt werden, bisweilen werden dagegen die Verfügungen wegen eines ganz abnormen Zustandes, der in dem Walde möglicherweise herrscht, die wirtschaftliche Gewaltgrenze tangieren oder auch überschreiten, um etwas schnellere Wirkung zu erzielen. Wie erwähnt, zwingt die oben erörterte Deckung des jährlichen Hausbedarfs an Holz schon an und für sich öfters zur Gewalt gegen die gegenwärtige Zustandsordnung des Waldes.

Um jedoch praktisch zu prüfen, wie elastisch ein Waldbetrieb realiter geordnet werden kann, ohne dass der früheren Waldordnung direkte Gewalt in wirtschaftlicher Hinsicht angetan werden darf, und was somit andrerseits unter »Gewalt» in dieser Beziehung zu verstehen ist, und wei-

ter, um so ein Bild von dem r e a l e n Normalwaldzustand zu erlangen, mögen hier folgende bekannte Tatsachen rekapituliert werden.[1]

Die innerbestandliche Waldbiologie ist in mehreren Hinsichten noch lange nicht genügend untersucht und klargelegt, sie kann es auch nicht endgültig werden. Die Einwirkung auf den Baumbestand verschiedener in Erziehungshinsichten vorgenommenen Eingriffe ist weiter sowohl in waldbiologischer wie wirtschaftlicher Beziehung noch mangelhaft erforscht.

Aus dem zeitlichen Wechsel der wirtschaftlichen Verhältnisse folgt prinzipiell ein entsprechender Wechsel in dem Eintreten der wirtschaftlichen Reife des Bestandes bzw. der Bäume. Einander auch recht nahe gelegene verschiedene Bestände sind — z. B. wegen verschiedener Austreibungskosten — oft unter verschiedene wirtschaftliche Bedingungen zu stellen; desto mehr können die entsprechenden Verhältnisse für ganz verschiedene Gebiete wechseln.

Die Aufwuchszeit des Waldes zu ökonomischer Reife ist ausserordentlich lang, d. h. der Wuchs an sich ist langsam. Ist der Wuchs langsam, so bedeutet das, dass die jeweils gegebenen bzw. erzielten Zustände sachlich sich auch entsprechend langsam verändern. Dieser Ausspruch gilt sowohl für den ungestört wachsenden Naturbestand wie für den rationell erzogenen Wirtschaftsbestand, obgleich freilich ein wesentlicher Unterschied in dem Begriffe »langsam» zwischen den zwei erwähnten Waldkategorien zu bemerken ist. Schroffe Eingriffe, die den Zustand schroff verändern, sind jedenfalls in Erziehungshinsichten nicht als vorteilhaft anzusehen, — sei es auch, dass der Bestand »stark» durchforstet wird. — Weiter sei noch auf die grosse Variation in betreff der Stammdimensionen sogar bei einem gleichaltrigen Bestand aufmerksam gemacht.

Ferner hat sich die Technik der Ausnutzung des Holzes in der Weise entwickelt, dass der Preisunterschied zwischen »gröberem» und »schwächerem» Holz pro Kubikeinheit wenigstens für einige Holzarten und gewisse Konsumtionszentren nicht mehr überaus gross ist. Die Entwicklung scheint fortgesetzt in dieser Richtung zu gehen.

Die angeführten Tatsachen haben nun einen ausschlaggebenden Einfluss auf die Art der wirtschaftlichen Ausreifung des Waldes. Der Bestand bzw. eine Kategorie von Bäumen erreicht demnach nicht das Reifesta-

[1] Auf die verschiedenartigen Hemmnisse, die an sich den Aufbau eines idealen Normalwaldes unmöglich machen und die oben auch schon erörtert wurden, wird diesmal nicht näher eingegangen.

dium in einem gewissen Zeitmoment oder -punkt. Das durch die Zeit charakterisierte Reifestadium muss eher als eine, und zwar nicht ganz kurze, Zeitspanne bezeichnet werden; entsprechend wird die Reifedimension durch eine Dimensionsweite charakterisiert. Mit je mehr Unsicherheit man in betreff der Prinzipien der erzieherischen Behandlung des Bestandes zu rechnen hat und je schwerer die ökonomischen Grundfaktoren, auf die die diesbezüglichen wirtschaftlichen Berechnungen zu bauen sind, exakt zu bestimmen sind, und je mehr sie wechseln, desto länger wird ferner die fragliche Zeitspanne bzw. Dimensionsweite des Vollreifestadiums sein.

Es ist oft geltend gemacht worden, dass wenigstens ein rationell bewirtschafteter Wald oder Bestand relativ steil zu der ökonomischen Reife ansteigt, dass dies biologisch in einem noch als »jung» zu bezeichnenden Altersstadium geschieht und dass die Kurve nach dem Kulminationspunkt endlich auch ein recht schnelles Fallen aufweist. Dass ein solches Bild, wenigstens oft, nicht zutreffend sei, sondern dass im Gegenteil der bewirtschaftete Wald erstens eine längere Ausreifungszeit brauche als der Naturwald (die reifekritischen Dimensionsverhältnisse des Wirtschaftswaldes sollten überproportional denen des Naturwaldes sein), und weiter, dass die Ausreifungskurve des Wirtschaftswaldes in der Nähe der Kulmination ausserordentlich flach liege und später auch sehr langsam sinke, hat letztlich KÜNANZ (1924) behauptet (vgl. weiter z. B. BORGMANN 1911, 1912—1917, 1926 usw., VOSS 1920, sowie andrerseits noch HAUSENDORF 1926).

Auf jeden Fall kann aus allem hier Gesagten der Schluss gezogen werden, dass die wirtschaftliche Vollreife eines Bestandes bzw. einer Stammkategorie eine recht lange Zeitspanne bzw. Dimensionsweite umfasst, wodurch also auch der Abtrieb, ohne sicher nachweisbare Einbussen, d. h. immerfort vollrationell, im allgemeinen in einem recht weiten Massintervall beschleunigt bzw. verzögert werden kann.[1] Dies wirkt seinerseits direkt befördernd auf die Waldbetriebsregelung, so nämlich, dass diese Regelung in entsprechendem Grade elastisch wird, d. h., dass eine neue Hiebsanordnung, die vielleicht die jetzige Stufenfolge des Waldes recht kräftig im Sinne einer gleichmässigeren Nutzniessung der Erträge verändert, durchgeführt werden kann, ohne dass bewusste wirtschaftliche Opfer gebracht zu werden brauchen.

[1] Es sei hier noch darauf aufmerksam gemacht, dass die Nadelwälder im Norden auf produktivem Boden im allgemeinen noch lange nach der besprochenen wirtschaftlich bedeutungsvollen Zeitspanne technisch gesund sind.

Der reale wirtschaftliche Normalwald gleicht also bei weitem nicht dem starren, schablonenhaft aufgebauten theoretischen Normalwaldprodukt. Die Hiebsnotwendigkeit steht, wirtschaftlich betrachtet, nicht absolut fest; die Hiebe bzw. Hiebssätze sind gewissermassen verschiebbare Gewichte, die früher oder später — je nach Umständen — in Anwendung genommen werden können.

Folglich braucht auch der vielbesprochene »Überschusswald» des einzelnen Waldbesitzers nicht für den jährlichen Verkauf geordnet werden. Die periodisch gleichmässige Nachhaltigkeit ist das Ziel der Waldbetriebsregelung in betreff dieses Waldteils.

Der reale Normalwald steht weiter in einer Art Konformität mit der Periodizität der Samenjahre, — obwohl andrerseits in Gegenden, wo reichliche Samenregen seltener eintreten, wie z. B. in Nordfinnland, ein annähernder Nachhaltigkeitszustand auch nicht durch die fragliche, eine recht grosse Elastitizität der Bewirtschaftung gestattende Erscheinung leicht zu erhalten ist. — Kommerziell bereitet der reale Normalwald bei erträglichen Verhältnissen dem Waldinhaber noch Raum für die eng zeitlichen Preisfluktuationen des Verkaufsholzes, so dass der reale Normalwald auch dem egozentrischen Besitzer ganz annehmbar und wünschenswert sein dürfte.

Wahrscheinlich kann jedoch, wie erwähnt, recht oft und besonders in den nördlichen Teilen Finnlands auch ein so beschaffener Normalwaldzustand nicht durchgeführt werden. Würde er aber allgemein schon angestrebt und wenigstens da, wo relativ günstige Naturverhältnisse herrschen, auch allmählich verwirklicht, so wäre die gewünschte Nachhaltigkeit des Reichswaldganzen schon in bedeutendem Grade befördert.

Wenn weiter der Abtrieb ausserhalb eines solchen berechneten Zeit- bzw. Dimensionsintervalls durchgeführt wird, entsteht also ein solches Opfer, bzw. eine solche Gewalt an dem wirtschaftlich gutgeheissenen Begriffe, wovon oben schon die Rede war. Die Verlustgrösse einer solchen Massnahme ist natürlich weiter von den verschiedensten Umständen abhängig, u. a. davon, ob der Abtrieb vor (Unreife) oder nach (Überreife) dem Vollreifestadium und wie weit davon er geschieht.

Die Länge der Zeitspanne der besprochenen Vollreife kann für finnische Verhältnisse (produktive Böden) im allgemeinen wohl mindestens auf zwei Jahrzehnte für Nord- und ein Jahrzehnt für Südfinnland, oft wahrscheinlich aber auf das Doppelte oder mehr geschätzt werden.

VI

Wie die innere Zusammensetzung verschiedenartig aufgebauter Waldungen biologisch bzw. taxatorisch verschiedene Typen aufweist, so variiert auch entsprechenderweise natürlich die normative Führung des Waldbetriebs.

Der aus einzelnen gleichaltrigen Hochwaldbeständen zusammengestellte Stufen- oder Staffelwald fusst betriebstechnisch im Grunde auf Waldfläche und Bestandesalter, wenn nämlich in Betracht gezogen wird, dass das jeweilige gesamte Produktionsresultat (Stammdimension, Volumen, Wert) im Verhältnis zu dem Faktor Zeit für die wirtschaftliche Reife bzw. das Reifealter und weiter also für das Einzelareal einer jeden Altersstufe bestimmend ist.

Der reine Plenterwald mit seiner über die ganze Waldfläche sich erstreckenden vollständigen Individuenmischung in betreff des Charakteristikums Alter verwischt dagegen für den Betriebsführer durch seine spezifische innere Waldordnung einigermassen die primäre betriebstechnische Kriteriumkombination Alter - - Fläche und zwingt ihn entsprechend in äusserer Beziehung die erwähnten abgeleiteten Anhaltscharakteristika (Stammdimension, Volumen, Wert) in betreff der Verteilung der Stämme bei seiner Betriebsführung als Kriterien anzuwenden.

Für die zwischen diesen beiden extremen Betriebsformen liegenden verschiedenartigen Wirtschaftswälder muss man im praktischen Betrieb unter Umständen bald mehr zu dem einen, bald mehr zu dem anderen, im allgemeinen jedoch zu beiden Arten der erwähnten Kriteriumcharakteristika greifen.

Die Ursachen zu der Schwierigkeit, die Betriebsführung genau berechnen und bestimmen zu können, sind oben schon mehrfach berührt worden. Von diesen Ursachen seien hier besonders zwei angeführt, die, dass die Bäume im Boden fest verwurzelt und also keine beweglichen Gegenstände sind, sowie die recht starke biologische Grössendifferentiation der Stämme, die in dem Bestand zu bemerken ist.

Die erstgenannte Tatsache gestaltet besonders die Regelung der Baumstellung (die Planführung von der einen zu der anderen geometrischen Abstands- und Formstellung in betreff dieser unverschiebbaren, festste-

henden Regelungskörper, der Bäume) sowohl bei den Erziehungshieben im allgemeinen wie bei der Ausnutzung der Hauptstämme (besonders in dem Plenter- und Femelschlagwald) schwerfällig. Der zweiterwähnte Umstand kompliziert seinerseits die wirtschaftliche bzw. technische Ausnutzung der Stämme und beeinträchtigt dadurch, wenn hauptsächlich nur an diese Fragen gedacht wird, wie in extensiven Verhältnissen oft gebräuchlich, häufig schwer die biologische Seite der Hiebsführung bzw. der Waldwiederverjüngung, d. h. die Betriebsführung in ihrer Gesamtheit.

Kommt hierzu noch eine Verschiedenheit im Alter unter den Bäumen derselben Waldung, so wird der Betrieb, wenigstens in gewissen Hinsichten, noch mehr erschwert. Die recht klare Beziehung, die zwischen dem Faktor Zeit und dem Produktionsresultat in dem gleichaltrigen Bestand herrscht, wird in dem ungleichaltrigen Walde verwischt, was weiter immer kompliziertere biologische und wirtschaftliche Komplexprobleme zur Lösung aufstellt. Zu dem Kampf unter den gleichalten Individuen in den gleichaltrigen Baumgruppen kommt so in dem ungleichaltrigen Bestand noch der Kampf zwischen jüngeren und älteren Individuengruppen bzw. Individuen, infolgedessen der Zuwachs fast eines jeden Reifeindividuums durch eine ungleichmässige Entwicklung charakterisiert ist.

Betreffs der Betriebsregelung der Wälder der letztbeschriebenen Art ist im Hinblick auf den wechselnden, hauptsächlich zweiperiodischen (Unterdrückungszeitraum und Freistandperiode) Lebensgang der einzelnen Bäume, wie schon erwähnt, behauptet worden, dass der Faktor Alter schwer als Betriebscharakteristikum angewandt werden könne oder in dieser Beziehung vielleicht ganz unbrauchbar sei. Vgl. z. B. v. Berenger (1875, S. 221 ff.), Balsiger (z. B. 1913, S. 265 ff.) Biolley (1919 z. B. S. 14 und 11 (Ducamp)), Knuchel (1923), Bøhmer (1922, S. 54).

Ohne Zweifel ist eine genaue Analyse des Alters z. B. in einem Plenterwald nichts Leichtes. Eine Unmöglichkeit dürfte sie jedoch nicht sein, und ohne Bedeutung ist sie auch nicht, — es kann sogar behauptet werden, dass sie, musterhaft betrieben, teilweise von ausschlaggebendem Belang sein kann.

Ein Waldbetrieb, wird er auch in dieser oder jener prinzipiellen Form durchgeführt, ist immerhin ein wirtschaftlicher Betrieb. Dem Faktor Zeit kann er dadurch nicht aus dem Wege gehen. Alle Umwege, deren man sich bedient, um überhaupt die wirtschaftliche Reife bzw. Betriebsführung eines Bestandes bzw. einer Baumkateogrie zu berechnen, endigen doch sachlich schliesslich in dem Punkt: Zeit.

In der bekannten sog. Kontrollmethode von GURNAUD-BIOLLEY z. B. ist die Stammstärke das Hauptkriterium der Reife der Bäume, und der »springende Punkt» (BIOLLEY 1919, S. 14) ist der Zuwachs. Aber so ist es ja auch bei jedem anderen Verfahren. Es müssen ja doch selbst in dem gleichaltrigen Bestand u. a. die Stammstärken und der entsprechende Zuwachs bekannt sein, um die jeweilige Bestandeslage in betreff der Reifefrage konstatieren zu können. Der Zuwachs muss ja doch, um etwas Massgebendes zu sein, grundsätzlich in Beziehung zu dem Faktor Zeit ausgesprochen werden. In der Tat stützt sich auch die Kontrollmethode ebensogut wie alle anderen Verfahren auf diesen grundbedeutungsvollen Faktor.

Dass in dieser Methode anstatt der innerbestandlichen Altersklassentabelle die Stammstärkeklassentabelle eingesetzt wird, bedeutet, wie oben erwähnt wurde, nur eine äussere, durch praktische Gesichtspunkte bedingte Massnahme. Dagegen tilgt diese Massnahme keineswegs den Faktor Zeit aus seiner gegebenen, für den Waldaufbau grundlegenden Position. Dass ferner diese Massnahme in der Schweiz wirklich erfolgreich durchgeführt ist, beruht wohl seinerseits auf der sowohl in betreff des Beobachtungszeitraums wie des Beobachtungsinteresses ausserordentlich weit- oder tiefgehenden Erfahrung in Verbindung mit entsprechend vertiefter biologischer Kenntnis, worauf die genannten namhaften Betriebsführer sich stützen.

Ebensogut, wie es in der Betriebsführung des gleichaltrigen Hochwaldes von grundsätzlichem Gewicht ist zu wissen, wie lang die wirtschaftlich berechnete »Umtriebszeit» (vgl. oben die Zeitspanne der Vollreife) in den verschiedenen Fällen ist, ebenso bedeutungsvoll ist es ja auch hier zu konstatieren, wie vorteilhaft die verschiedenen, mittels Stammstärkeklassentabellen charakterisierten Endwaldzustände im Verhältnis zueinander sind, die auf Basis der von den verschiedenen Endzuständen bedingten verschiedenartigen durchzuführenden Baumstellungsentwicklungspläne (einschliesslich der jeweils erhaltenen Zwischennutzungserträge) (vgl. LÖNNROTH 1925, S. 167—168, 200—201) sowie des nachhaltigen Ertragserfolgs eines jeden Endzustandes resultieren. Dass auch diese Untersuchung grundsätzlich im Lichte der verfliessenden Zeit, d. h. des wachsenden Alters der Bäume vorzunehmen ist, ist klar, — obgleich das Wort »Umtriebszeit» in diesem Zusammenhang kaum als glücklich anzusehen ist. Es sei daher auch hervorgehoben, dass die Normalzustandsdefinition BIOLLEY's (vgl. weiter oben) tatsächlich eine derartige Untersuchung voraussetzt, die also gerade in betreff des Faktors

Zeit durchzuführen ist. Und in der Tat zielt die im Zeichen der erwähnten äusseren Folgecharakteristika betriebene grosszügige experimentelle Waldarbeit in der Schweiz gegenwärtig auf eine dementsprechende, für den Waldbetrieb möglichst vorteilhafte Problemlösung hin.

Von welcher Tragweite die intime Begründung einer jeden Betriebsführung auf den Faktor Zeit ist, ergibt sich mit noch entscheidenderer Klarheit, wenn die Fragestellung: Holzart--Standort aufgeworfen wird.

Die verschiedenen Kombinationen dieser zwei Grundfaktoren führen selbstverständlich im Verhältnis zueinander, sowohl in biologischer wie wirtschaftlicher Beziehung, zu verschiedenartigen Resultaten. Diese Resultate können ferner nur unter der unbedingten Voraussetzung erfolgreich und betriebsgültig miteinander verglichen werden, dass einerseits die fraglichen Resultate sich konsequent auf den den Wald aufbauenden Faktor Zeit stützen, und dass andrerseits die Standortsbonitierung sowohl in betreff der verschiedenen Holzarten wie der verschiedenen Waldentwicklungsstadien gleichmässig durchgeführt wird, was weiter nur mittels natürlicher Bonitäten geschehen kann (vgl. die einschlägigen Schriften).

Nur durch eine derart durchgeführte Abwägung der verschiedenen Betriebsresultate, welche die Natur und die Wirtschaft darbieten, können endlich die für die Waldwirtschaft als solche vorteilhaftesten Standorts--Holzart-Betriebslösungen gefunden werden. Diese Lösungen werden dann auch, im Vergleich miteinander, zu verschieden zusammengestellten Stammstärkeklassentabellen für den nachhaltigen Endzustand führen, wie sie auch durch verschieden kombinierte und durchgeführte Stammabstandspläne und -stellungen (speziell für die Reifebäume), Zuwüchse usw. gekennzeichnet sind.[1] Knuchel (1923) hat in seiner vorzüglich abgefassten Schrift für eine Anwendung verschiedener unterer Durchmessertaxationsgrenzen in der Feststellung des Waldendzustandes für verschiedene Lagen gesprochen (S. 326) wie auch die Möglichkeit berührt, die ofterwähnte Durchmesserstandardisierung durch eine biologisch-wirtschaftliche Altersuntersuchung zu ergänzen (S. 235); es wäre nach ihm »die Zeit zu konstatieren, welche durchschnittlich zur Erreichung der

[1] Solche Tabellen würden den Ertragstafeln der gleichaltrigen Bestände entsprechen bzw. sie ersetzen. Vgl. hierzu Balsiger (1913, S. 307 ff.).

im Wirtschaftsziel festgelegten anzustrebenden Maximalstärken erforderlich ist»; (vgl. auch Wegleitung — — 1918, § 45). Auch anderswie kombinierte Zeit - - Altersuntersuchungen können in Frage kommen; vgl. z. B. BALSIGER (1913, S. 311), sowie die Berechnung des mittleren Alters in der genannten schweizerischen Instruktion (Wegleitung — — 1918, § 18 und s. 30) (das mittlere Alter ist da das von BLOCK 1888 vorgeschlagene, mit dem vielfachen Volumen oder auch das mit der vielfachen Grundfläche gewogene, arithmetische mittlere Alter).[1]

* * *

Auch die Art der Berechnung oder Feststellung der Grösse und Art des Hiebssatzes, des Etats, ist bekanntlich grundsätzlich von der normativen Art des Aufbaus des Waldes bzw. der entsprechenden Betriebsführung abhängig. Ausserdem beruht sie realiter selbstverständlich auf dem von dem entsprechenden musterhaft geregelten Nachhaltigkeitszustand mehr oder weniger abweichenden tatsächlichen Waldzustand. — Dasselbe gilt auch für die Grösse und Art des Hiebssatzes selbst.

In dem von gleichaltrigen Einzelbeständen gestaffelt gebildeten normalen Hochwald bezieht sich der Jahreshaupthieb weiter bekanntlich auf den ältesten bzw. hiebsreifen Bestand. Die Zwischennutzungserträge fallen hier und da aus den jüngeren Beständen aus. Die Hiebsberechnung zielt also primär auf die Fläche, das Flächensoll (den Flächensatz). Der Volumsatz des Haupteingriffs ist das Gesamtvolumen des fraglichen ältesten Jahresschlages, und die Art dieses Satzes ist durch die Stammverteilungsart dieses Bestandes gegeben. Die Zwischennutzungserträge sind ihrerseits sowohl in bezug auf die Satzgrösse wie deren Stammverteilung von der biologischen und wirtschaftlichen Art der Führung des Erziehungshiebes (von der benutzten »Wirtschaftsstufe»; vgl. PHILIPP 1926, S. 29) abhängig. Der jährliche Gesamtvolumsatz ist normaliter gleich dem jährlich laufenden Volumzuwachs. Die Abschweifung des realen Normalwaldes in betreff der so gegebenen Grundnormen steht in Konformität mit dem oben skizzierten Unterschied zwischen dem idealen und dem realen Normalwald.

Für den Plenterwald wiederum hat BIOLLEY (1919; vgl. KNUCHEL

[1] Vgl. weiter z. B. die Art der Berechnung der »Wachstumsdauer» des jeweils vorhandenen Vorrats in der schweizerischen Instruktion (Wegleitung — — 1918, S. 31).

1923, S. 286) eine in aller ihrer Einfachheit ganz vorzügliche Etatdefinition gegeben; sie lautet:

»Der Etat ist jetzt einfach die Holzmasse, welche dem Walde entnommen werden darf, ohne die Bestandestätigkeit zu gefährden».

Der Wald wird sachlich wohl in einen Zustand aufgebaut, der in nachhaltig wirtschaftlicher Beziehung möglichst vorteilhaft ist, — der Hieb muss aber immerhin ein besonders in biologischer Hinsicht möglichst geeigneter Eingriff sein. Diese zwei Seiten einer und derselben Sache spiegeln sich klar in den zwei hier angeführten Sätzen Biolley's wider (hier oben und S. 11).

Die Hiebsberechnung für den normalen Plenterwald kann sich nicht auf die Fläche beziehen, sondern muss bekanntlich auf Volumen, bzw. auf Dimension und Stammzahl gegründet werden. Dabei muss der Etat primär durch eingehende Zuwachs- und Stammverteilungsuntersuchungen normiert werden. Eine scharfe Trennung zwischen dem Haupt- und dem Zwischensatz lässt sich hier auch nicht vornehmen.[1] Wie der Hieb sich theoretisch jedesmal über die ganze Waldfläche erstreckt, so umfasst er grundsätzlich auch alle Alters- bzw. Dimensionsklassen; er durchläuft die ganze Skala von den Durchreiserungen in den Dickungen bis zu dem Endabtrieb der gröbsten Überhälter. Das Stammaterial, welches durch den Hieb ausfällt, variiert entsprechenderweise. Der gesamte normale Hiebssatz ist hier, wie bei anderen Betriebsformen, natürlich gleich dem laufenden Volumzuwachs. —

Für die zwischen diesen beiden Extremformen liegenden Betriebsarten sind die verschiedenen Momente der Hiebsberechnung entsprechenderweise anschmiegend zu kombinieren.

Für den realen Wald, der mehr oder weniger durch einen anormalen Zustand charakterisiert ist, soll die Hiebsregelung noch in weiterer Weise begründet werden.

Wie man in dieser Beziehung im allgemeinen verfahren hat und welchen Wert den verschiedenen Verfahren beizumessen ist, braucht wohl hier

[1] Vgl. die Etatberechnung z. B. in der österreichischen Instruktion von 1878 (»Der Plänterwald — —») und in der Kontrollmethode Knuchel's (1923, S. 330). In einigen anderen Methoden werden dagegen Nutzungen, welche Bäume berühren, die unter der unteren Durchmessertaxationsgrenze stehen, als Zwischennutzungen bezeichnet; diese Bezeichnung ist jedoch hauptsächlich nur eine taxatorische.

Zum Vergleich sei erwähnt, dass Flury für die gleichaltrigen Bestände alle Nutzungen bis auf $^2/_3$ der Umtriebszeit als Zwischennutzungen bezeichnet (z. B. 1920, S. 187).

nicht näher auseinandergesetzt werden. Es möchte genügen, nur einige allgemeinere Äusserungen in dieser Hinsicht vorzulegen.

Ein einziges Waldcharakteristikum als Grundlage für eine Hiebsberechnung kann in keinem einzigen Fall genügend sein; es führt früher oder später zu forstlichem Interregnum. Es sei z. B. nur die Fläche, nur das Volumen, nur das Alter, nur die Stammdimension bzw. -zahl, nur der Zuwachs usw. erwähnt.

Nur die Stammdimension z. B. ist, u. a. in Finnland, gar kein seltenes Hiebsprinzip gewesen. Man haut überhaupt alle Stämme, die eine bestimmte Mindestdimension erfüllen, ohne zu beachten, dass ein solches Verfahren weiter nur eine gewisse Zeit, vielleicht nur ein einziges Mal, besonders in gleichaltrigen Beständen für »Lichthölzer», mit Erfolg angewendet werden kann, — weil es ja kein auf waldbaulichen Prinzipien fussendes forstliches Verfahren ist.

Weiter herrscht unter den weniger aufgeklärten Laien oft die Ansicht, dass, wenn nur der laufende Zuwachs gehauen wird, die forstlichen Prinzipien wohl zur Genüge in Betracht gezogen sind. Dass es auch darauf ankommt, erstens, wie man das Mass nimmt, und zweitens, ob das jetzige Zuwachsmass in betreff des jetzigen Waldzustandes auch nur der richtige Hiebssatz ist, daran denken sie weniger.

Eine Kombination von zwei Charakteriska bedeutet auch noch keine vernünftig begründete Hiebsregelung, übt aber im allgemeinen weiter sinnlose Gewalt und kann natürlich auch ganz töricht sein. Es seien z. B. Fläche und Alter, Fläche und Hiebsrichtung, Fläche und Volumen, Volumen und Alter, Volumen und Zuwachs usw. erwähnt. [1]

Eine Dreiheit von Argumenten kann bestenfalls zu annehmbaren Resultaten führen, obwohl sie natürlich lange noch nicht als ein für verschiedenartige Fälle brauchbares Regelungsprinzip gelten kann.

Es sei z. B. der Flächensatz, nach der Umtriebszeit berechnet und weiter einer geeigneten Hiebsrichtung angepasst, in annähernd normaler Betriebsklasse des schlagweisen Hochwalds erwähnt.

Ferner wäre z. B. die sog MANTEL'sche bzw. MASSON'sche (vgl. z. B. LANDOLT 1892, S. 130, und FLURY z. B. 1918, 1922 a) Formel [2] zu dieser

[1] Es ist einleuchtend, dass die in den betreffenden Lehrbüchern (vgl. z. B. JUDEICH 1923, S. 333) häufig angewandte Rubrik »Kombinierte Methoden», wenigstens im weiteren Sinn, so wie sie zur Anwendung gekommen sind, nicht ganz glücklich begründet ist.

[2] Die Formel lautet bekanntlich

$$e = \frac{V}{0{,}5\,u}, \quad \text{bzw.} \quad e = \frac{V}{0{,}6\,u},$$

Kategorie zu rechnen, wenn nämlich die entsprechende Nutzung weiter ordnungsweise z. B. nach dem Bestandesalter durchzuführen wäre.

Zu welchen fatalen Resultaten ein solches Verfahren, wenn es ohne weitere Argumente angewandt wird, doch führen kann, ist in der einschlägigen Literatur mehrmals gezeigt worden. Vgl. z. B. Lindholm (1909) und Flury (1918, S. 237—238) sowie die fehlerhafte Anpassung der erstgenannten Formelform in der schwedischen Betriebsinstruktion vom J. 1902 (vgl. z. B. Petterson 1906).

Auf diese Weise klassifiziert, rangieren sich die verschiedenen mehr oder weniger schablonenhaft konzipierten Ertragsbestimmungsverfahren, besonders die sog. Formelmethoden, in die nächstfolgenden Kategorien ein.

Die Schwächen der verschiedenen älteren Formelmethoden, die sich z. B. auf den Gesamtvorrat stützen, sind ferner allbekannt. Dass sie andrerseits in Fällen, wo sich der Wald annähernd im Normalzustand befindet, angewandt werden können, ist klar, da sie theoretisch gerade auf diesen Zustand basiert sind. In diesem Sinne ist z. B. das C. Heyer'sche Verfahren (1841) fortgesetzt an mehreren Orten, sogar in zwei verschiedenen Formen (die ursprüngliche und die »badische») in Anwendung. — In anormaleren Fällen dagegen, wo gute Methoden gerade besonders notwendig wären, arbeiten sie entsprechend gröber oder ganz fehlerhaft.

Die Methoden ferner, welche nur einen Teil des Vorrats (nach Alter oder Dimension) in Betracht ziehen oder den verschiedenen Vorratsteilen (nach Alter, Dimension bzw. Bestandesbonität) verschiedene (sogar ganz beliebige) Gewichte geben (z. B. die Hufnagl'sche 1897, 1921, die Flury'sche 1923, die Petterson'sche 1906 mit Varianten von Maass 1906 (normaltheoretisch richtig für Alter - - Bestandesvolumen, aber falsch für Alter - - Dimension - - Volumen angepasst), Moring 1907 und Lindholm 1909, ferner die Jonson'sche 1912, die Ronge'sche 1915, die Lindblad'sche 1915) sind aus natürlichen Ursachen auch nicht als Ausnahmen von dieser Regel zu bezeichnen. (Vgl. auch z. B. Lindholm 1909, Welander 1915, Burger 1920, 1923, und in allgemeinerer Beziehung z. B. Krieger 1923, 1924, 1926, sowie weiter unten.)

Die Umstände, die auf eine Hiebsberechnung und -regelung einwirken, sind tatsächlich so viele und mannigfaltige, dass es im allgemeinen schwer ist, eine gute Berechnung für anormale Waldverhältnisse mittels einer

---

wo e den Etat, V den Vorrat und u die Umtriebszeit bezeichnen. Im badischen Schwarzwald hat man (nach Flury 1922 a, S. 236) für die Weisstanne auch den Nenner $0.4\,u$ benutzt.

Formel durchzuführen. Die verschiedenen biologischen und wirtschaftlichen Momente, die berücksichtigt werden müssen, können schwer in einer Formel zusammengefasst und in dieser sachlich einwandfrei und praktisch gut abgewogen werden. C. HEYER sagt, wie bekannt, er glaube überhaupt nicht, »dass die praktische Etatsordnung mit gutem Erfolge in die engen Grenzen einer mathematischen Formel sich einzwängen lasse», weshalb er auch dem allgemeinen Betriebsplan den grössten Wert in der Hiebsberechnung zuerteilt. — Das Gesagte dürfte übrigens auch aus alle dem, was in diesem Aufsatz schon auseinandergesetzt ist, hervorgehen; vgl. ausserdem noch weiter unten.

Es ist demgemäss auch zu verstehen, dass die Formelmethoden allmählich hintangesetzt worden sind und dass andere Methoden, die sich mehr dem tatsächlichen Waldzustand anschmiegen und ihn besser berücksichtigen, den Platz in der Waldertragsregelung eingenommen haben. In diesem Sinne können hier wohl z. B. die sog. Bestandeswirtschaft- und Altersklassenmethoden angeführt werden (vgl. z. B. MICKLITZ 1916). Ein noch höher hinauf entwickeltes Verfahren ist die obengenannte, berühmt gewordene, in dem Plenterwalde entstandene französich-schweizerische sog. Kontrollmethode.

In der für den Plenterwald grundwichtigen Untersuchung des laufenden Volumzuwachses hat die Kontrollmethode von den verschiedenen Verfahren, diesen Zuwachs zu ermitteln, das »Zweizeitkubierungsverfahren» angenommen, d. h., es wird mit U der Vorrat, wie er zu Beginn eines Einrichtungszeitraums vorhanden ist, mit M der Vorrat am Ende dieses Zeitraums (bzw. zu Beginn des nächsten Zeitraums), mit Q der Gesamtabgang in der verflossenen Zwischenzeit bezeichnet, dann ergibt sich der gesuchte Periodenzuwachs (richtiger: das gesamte periodische Produktionsergebnis des Bodens) Z_B aus der Gleichung

$$Z_B = M - U + Q.$$

Um die fragliche Berechnung nach Möglichkeit sicher und einfach zu machen, bedient sich dieses Verfahren bekanntlich verschiedener Massregeln. Von diesen seien hier im Zusammenhang mit der Kontrollmethode besonders die vier Durchmessertaxationsintervalle, die Masseinheit für stehendes Taxationsvolumen »Silve» und der ideelle Waldvollwuchszustand »étale» (vgl. BIOLLEY 1919 und 1920) erwähnt.

Dieses Verfahren für die Zuwachsbestimmung kommt nur in Fällen in Betracht, wo die Wälder in Einzelheiten unter einer ausserordentlich intensiven, genauen und folgerichtigen Bewirtschaftung stehen. Alle

äusserlichen Waldmassnahmen sowie alle von der Natur ausgehenden Ausscheidungen, Kalamitäten, müssen eingehend und systematisch gebucht werden, der ganze Wald muss wörtlich unter einer minutiösen Kontrolle stehen —, davon auch der Name »Kontrollmethode» in der schweizerischen Akkommodierungsform des Verfahrens.

Werden diese Anforderungen sachgemäss erfüllt, so erhält man daraus in erhöhter Wiedervergeltung eine fruchtbringende Möglichkeit, die Veränderungen in dem Walde elastisch und einleuchtend zu verfolgen, zu beurteilen und weiter zu entwickeln oder zu bekämpfen. Man erzielt schliesslich die Möglichkeit, durch eingehende Daten die verschiedenen Waldteile untereinander in signifikanter Weise zu vergleichen und somit Muster aufzustellen und wissentlich nach immer besseren Zuständen zu streben.

Der schweizerische Waldkomplex steht zur Zeit tatsächlich unter einem solchen Betrieb. Die Wirtschaft und die Einrichtung der Wälder sind logisch fast zu *einem* Begriff verschmolzen (vgl. Biolley 1919, S. 27), und das durchgehende Prinzip heisst »messen und wieder messen» (Knuchel 1926, S. 9). Der Schweizerwald ist ein riesiger Versuchspark, und er kann es auch sein, da das Waldareal nur ca. 4200 ha pro höhere Forstbeamtung beträgt (Knuchel 1926, S. 2) und da die sehr hohen Holzpreise eine derartige Bewirtschaftung weiter nur um so einträglicher machen.

In Finnland z. B. ist eine derartige Betriebsführung nur für Versuchsgegenstände möglich, sonst überhaupt nicht. Die Bewirtschaftung muss sich hier im allgemeinen bedeutend einfacherer Einrichtungsmethoden bedienen und sich demgemäss auch mit viel extensiver berechneten und schwankenderen Ertragssätzen begnügen. —

Zu den grosszügigeren Umrisslinien, die schon oben in betreff der Betriebsregelung der finnischen Wälder gezeichnet wurden, wird im Folgenden weiter ein etwas mehr ins Einzelne gehender diesbezüglicher Programmentwurf für die Waldverhältnisse Finnlands zu geben versucht. Es heisst in dem Sinne zunächst die Hauptzüge der grundlegenden Prinzipien rekapitulieren und darauf dann weiter bauen.

VII

Die primären Grundlagen für die Betriebsregelung bzw. die Hiebsberechnung waren, wie erwähnt: 1) die auf natürliche, einheitliche Standortsbonitäten (Waldtypen) bezogenen Wuchsgesetze der verschiedenen Holzarten in verschiedener Betriebsform, 2) die allgemeinen wirtschaftlichen Verhältnisse, unter denen der jeweilige Waldbetrieb einzurichten ist. Hierzu kommen die speziellen anzuwendenden Grundlagen, d. h. 1) die Grösse und Form, die Waldtypentatverteilung, die Bodenneigungsverhältnisse etc. der fraglichen Waldfläche, 2) die verschiedenen Spezialmomente, die in der einen oder anderen Hinsicht für den je in Rede stehenden Besitz oder für Teile davon in betreff des Wirtschaftsziels (vgl. S. 5) besonders zu beachten sind. — Der Waldtatzustand gehört nicht, wie schon oben erwähnt wurde, zu den primären oder anzupassenden Grundlagen des Waldbetriebs.

In dem Grade, wie es in betreff der gegenwärtig vorliegenden erfahrungsgemässen Waldertragsdaten und anderer Umstände (der primären Grundlagen) möglich ist, wäre zum ersten ein mutmassliches Bild darüber zu liefern, wie der Waldaufbau auf der fraglichen Waldfläche realnormaliter in der besten Weise durchzuführen wäre (die primären Grundlagen auf die anzuwendenden Grundlagen akkommodiert). Die Aufstellung eines solchen akkommodierten Vorbildes befördert die sachliche Überlegung und Entscheidung der prinzipiellen Grundprobleme der Waldbetriebsregelung und bietet dem Betriebseinrichter einen guten Griff in der Endfrage der Betriebsregelung, in der Neuregelung des fraglichen Waldtatzustandes bzw. der Holznutzung für künftige Zeiten.

Bei der Aufstellung eines solchen Vorbildes ist besondere Rücksicht auf die Beziehungen zwischen den Holzarten und den Waldtypen[1] wie auf die Verteilung der Waldtypen überhaupt zu nehmen.

Die Wuchsleistung der bedeutungsvolleren Holzarten in betreff der verschiedenen Waldtypen ist, wie erwähnt, für Finnland, wenigstens für die südliche Hälfte des Landes in vergleichender Beziehung im grossen und ganzen klargelegt. Es kann somit schon mit recht grosser

[1] Richtiger: den natürlichen Standortsbonitäten; natürliche Standortsbonitäten hat man aber bis jetzt nur mit Hilfe der Waldtypen aufstellen können.

Sicherheit beurteilt werden, welche Flächenteile fortgesetzt mit der jeweiligen Holzart bestockt bleiben können, und in welcher Hinsicht eine und auch welcherlei Holzartenvertauschung wünschenswert ist. Andrerseits verhalten sich die verschiedenen Waldtypen, miteinander verglichen, verschiedenartig zu den rein waldbaulichen Massnahmen. Auch diese wichtigen Fragen sind in grosser Ausdehnung untersucht und beantwortet worden.

Was an grundsätzlich Wichtigem noch für die Aufstellung eines Betriebsplans fehlt, soll weiter möglichermassen untersucht und klargelegt werden. Dies muss durch musterhafte Versuche und Experimente, hauptsächlich von Seiten der forstlichen Versuchsanstalt geschehen. Hier kann nicht — ja, muss sachlich auch nicht — jede Waldpartie Versuchsgegenstand werden, wie es in der Schweiz beinahe durchgehends der Fall zu sein scheint. Dagegen müssen diese Untersuchungen aber, um wirklich signifikant zu werden, in allgemeingültiger Weise, aber namentlich auf allgemeingültiger Basis, d. h. auf Grund natürlicher Standortsbonitäten — Waldtypen — vorgenommen werden. — Die finnische Waldversuchsarbeit gründet sich, wie mehrmals erwähnt, auf die Waldtypen. Vgl. oben Kap. III.

Die für unsere Verhältnisse eigenartige Waldtypenverteilung übt ihrerseits einen bemerkenswerten Einfluss auf die Technik der Betriebsregelung aus. Mancherorts wechselt das Produktionsvermögen des Bodens wieder und wieder; das Waldtypenbild ist durch Kleinkonfiguration charakterisiert. Die häufig auftretende Versumpfung der Waldböden verstärkt ferner noch diesen Eindruck. Anderenorts, wie z. B. in Nordfinnland, kommen dagegen auch grössere Gebiete von ganz einheitlichem Typ vor.

Im Bereiche der zuletzt beschriebenen Art kann der Waldbetrieb entsprechend einheitlich und einförmig über grössere Gebiete angeordnet werden; die Hiebsfolgen werden regelmässiger, die Einrichtung einfacher und leichter. In dem mehr »mosaikartigen» Bodenwechsel muss der Betrieb dagegen sehr elastisch und wechselnd geordnet werden. Die Hiebsrichtungen können selten schablonenhaft festgelegt werden, was auch im allgemeinen nicht gemacht werden darf — z. B. nicht in betreff der Stürme, die bei uns keine besonders »vorgeschriebenen» gefährlichen Richtungen haben (vgl. Stephani 1926, S. 246 und Bonsdorff 1917, 1918). Desgleichen glückt auch die natürliche Verjüngung bei uns — ab-

gesehen von Ausnahmefällen — im allgemeinen gut; sterile »Hiebssäume« kennen wir eigentlich nicht.

Derartige recht mechanisch gebildete Abteilungen von etwa ± 10 ha, die bei der schweizerischen Kontrollmethode als Betriebsgrundfiguren benutzt werden, können hier schwer zur Anwendung kommen. Der Betrieb folgt am natürlichsten denjenigen natürlichen Bodengrenzen, die eine Verschiedenheit sowohl in betreff der waldbaulichen Massnahmen wie des Produktionsvermögens des Bodens markieren. Im Hinblick darauf, dass die Waldtypen gerade in diesen beiden für den Waldbetrieb grundlegenden Beziehungen ausserordentlich signifikant sind, muss der Betrieb, der die bestehenden Naturverhältnisse in höchstmöglichem Grade zu seinen Gunsten benutzen will, gemäss der Verteilung der Waldtypen geordnet werden. Der auf naturgesetzlichen Grundlagen aufgebaute Waldbetrieb kann tatsächlich den Namen Waldtypenbetrieb tragen.

Die sog. Bestandeswirtschaft soll demnach in Waldtypenwirtschaft übergehen. (Vgl. hierzu LÖNNROTH 1919–1920, II, sowie HESKE 1924.) Die Bestände sollen nicht willkürlich oder zufällig aufgebaut und begrenzt werden, sondern dürfen den natürlichen Waldtypengrenzen in deren Hauptliniierung folgen. Die schweizerische Kontrollmethode bedient sich nicht gern des Wortes »Bestand« (vgl. KNUCHEL 1923); sie lässt im Gegenteil die früheren, in schlagweisem Aufbau gebildeten, recht scharf markierten Bestandesgrenzen gegenwärtig sich durch Wirtschaftsumbildung in ungleichaltrige Waldverfassung allmählich verwischen. Was aber nicht (abgesehen von begrentzteren Bodenzustandsveränderungen, wie z. B. der Entwässerung nasser Böden usw.) verwischt werden kann, das sind die an sich grundwesentlich bestehenden Verschiedenheiten in dem Produktionsvermögen des Bodens; hier helfen auch Abteilungen nicht, — es muss der Waldbetrieb doch gemäss dieser natürlichen Grundgrenzen geordnet und angepasst werden. Geschieht das nicht durch den Betriebsführer, so sorgt doch die Natur selber dafür, — die Wälder differenzieren sich naturnotwendig gemäss der Ergiebigkeit des Standorts. — Grundsätzlich also: nicht willkürliche Wirtschaftsbestände, nicht Abteilungen, — sondern auf Waldtypengrundlage fussende Waldeinheiten.

Nur in den Fällen, wo die Anzahl der Typenfiguren relativ klein im Verhältnis zu der fraglichen Waldgesamtfläche ist (Kleinbesitze), müssen in der Nichtplenterwirtschaft bisweilen die Waldtypenfiguren aus rein arealtechnischen Gründen in Teile geteilt werden. Wo die Figuren an-

drerseits an sich ausserordentlich gross sind, oder wo z. B. die Bodenneigungsverhältnisse es fordern, kann es mitunter zweckmässig sein, auch hier etwa Abteilungen zu bilden. Das Grundprinzip wird hierdurch jedoch nicht geändert.

Zieht man weiter in Betracht, dass es im allgemeinen, wenigstens wenn die Waldfläche nicht sehr gross ist, am vorteilhaftesten für jede Holzart ist, nur eine und freilich die biologisch-ökonomisch geeignetste Betriebsform anzuwenden, so werden die zu unterscheidenden Betriebsklassen grundsätzlich nur durch die massgebenden Waldtypen und Holzarten, und weiter vielleicht noch durch die wechselnden wirtschaftlichen (bzw. rechtlichen usw.) Verhältnisse bestimmt.

Das grundlegende Betriebsprogramm bzw. das Vorbild für den Betrieb kann in der Tat natürlich und klar aufgestellt werden.

* * *

Der Waldtatzustand, also das Produkt der Entstehung, der Weiterentwicklung und der Behandlung des Waldes bis jetzt, muss nun mit dem so aufgestellten Musterbild als Hintergrund betrachtet, in den Einzelheiten differenziert und untersucht, weiter wieder organisch zusammengestellt, beurteilt, erwogen und endlich weiterbehandelt werden.

Diese verschiedenen Phasen der Regelungsarbeit basieren sich natürlich auf eine entsprechend ins Einzelne gehende Inventarisation des Waldes, ferner auf eine übersichtliche statistische Zusammenstellung des Inventarisationsmaterials und drittens auf eine Vergleichung der erhaltenen Resultate mit denen des vorbildlich aufgebauten Musterwaldes. (Vgl. Lönnroth 1919 -1920, II.)

Wie die Inventarisation im Einzelnen durchzuführen ist, braucht hier wohl nicht näher anseinandergesetzt zu werden. Es sind natürlicherweise hauptsächlich die allbekannten gewöhnlichen Charakteristika in Betracht zu ziehen. Von entscheidender Bedeutung ist dabei aber, dass die Verfassung der verschiedenen Baumgenossenschaften, der Bestände, als waldbauliche Einheiten betrachtet, nicht nur taxatorisch, sondern gerade waldbaulich, biologisch signifikant charakterisiert und erwogen wird. Es ist besonders ernstlich an die Wahrheit zu denken, dass ein wirtschaftlich gutes Resultat auf die Dauer nur durch einen in biologischer Hinsicht richtigen Betrieb gewonnen werden kann. Die Holznutzung ist zwar an sich eine wirtschaft-

liche Massnahme, — der Eingriff, der den Bedarf an Holz deckt, muss aber bekanntlich stets auch eine biologisch gerichtete und gerechtfertigte Handlung sein; oder anders: das Produktionsvermögen des Bodens kommt zur Kraft und zur Geltung nur durch die Bäume selbst, d. h. die Bäume bilden zugleich den Zins und einen Teil des Kapitals (das umlaufende Kapital), woraus weiter folgt, dass ein befriedigender Zins nur unter der Voraussetzung einer wuchskräftigen und hinreichend dichten Bestockung erhalten werden kann.

Es müssen demgemäss die Bestände u. a. in Klassen einrangiert werden, die besonders genau daraufhin zu charakterisieren sind, welche waldbaulichen Massnahmen betreffs der Bestände, eines jeden für sich, vonnöten sind.

Ein derartig zustandegebrachtes Verzeichnis in Verbindung mit den entsprechenden taxatorischen Angaben ist eine der wichtigsten Urkunden u. a. für den vernunftgemäss aufzustellenden Holznutzungsplan. Die rationell wirtschaftliche Hiebsberechnung muss demgemäss lauten: diese und diese so und so definierten und dort und dort belegenen forstlichen Hiebe sollen, bzw. können in bestimmter Zeit durchgeführt werden, und dabei wird, gemäss der tatsächlichen Stammverteilung und der biologischen Verfassung der Bestände so und so viel Holz von ungefähr diesen und diesen Dimensionen ausfallen. Ein entgegengesetztes Verfahren: so und so viel, so und so beschaffenes Holz soll aus dem Walde herausgehauen werden, heisst, wenn die fragliche Verfügung sich nicht auf eine Walduntersuchung der beschriebenen Art stützt und die entsprechenden Vorschriften befolgt, — Exploitation, nicht aber Waldwirtschaft. — Nur in annähernd normalen Wäldern können schematischere und summarischere, also dekretierende Betriebs- bzw. Ertragsberechnungsmethoden, wie z. B. die Formelmethoden, mit besserem Erfolg angewandt werden. In anormalen Wäldern können derlei Verfahren dagegen hauptsächlich bloss als eine Art mutmasslicher Hilfsmethoden von Nutzen sein, z. B. im Hinblick darauf, dass es ja immer ratsam ist, den Etat auf mehrerlei Weise zu berechnen. [1]

Wie die erwähnte Zusammenstellung der erhaltenen Daten bei dieser Arbeit durchzuführen ist, ergibt sich ohne weiteres aus dem Ge-

[1] Zwecks einer derartigen gemein gehaltenen Abnutzungsbilanz hat Verf. die Absicht, später eine Formelmethode für die Gesamthiebsberechnung eines Waldkomplexes vorzulegen, die sich also u. a. auf die Ungleichheit der verschiedenen natürlichen Standorte (Waldtypen) gründet.

sagten. Sie ist natürlich nach dem inneren Zweck der Daten selbst auszuführen. Sind die Grunddaten übersichtlich dargestellt, so wird auch die organisch und rationell durchgeführte Zusammenfassung dieser Daten zu einem übersichtlichen Gesamtbild der gegenwärtigen Verfassung des Waldes werden.

Noch klarer und noch schärfer aber wird das Bild, wenn ein Vergleich zwischen dem Waldtatzustand und dem real musterhaft aufgebauten Standardwald auf Grund der erhaltenen Endergebnisse vorgenommen wird. Die verschiedenen Mängel, Unebenheiten, Defekte des gegenwärtigen Zustandes treten in den grossen Zügen hervor, und nebenbei ergeben sich zugleich wenigstens die dringendsten Hauptheilmittel, wenn nämlich der Waldarzt nur die Sprache zu deuten vermag, welche die beiden Wesen bei einer derartigen Konsultation unter sich führen.

In dem Grade, wie es gelingt, das fragliche Muster aufzustellen und im Einzelnen zu charakterisieren und weiter den Tatzustand zu analysieren, vertiefen sich auch die bezüglichen Lehren des so vorgenommenen Zustandsvergleichs. Es kommt schliesslich darauf an, wie weit und wie vorsätzlich die waldbiologische Wissenschaft getrieben ist, wie genau und elastisch die wirtschaftlichen Fragen im Verhältnis zu den inneren Waldzuständen beurteilt werden können und wie gut geschult und fähig der Einrichter selbst ist.

Wie genau und wie folgerichtig endlich die aufzustellenden neuen Betriebslinien dann später befolgt werden können, hängt wiederum entscheidend von den ökonomischen Verhältnissen ab, unter denen die fragliche Wirtschaft zu führen ist. Dass wir hier in Finnland in dieser Hinsicht oft mit Schwierigkeiten zu kämpfen haben, dürfte aus dem, was oben berichtet ist, ersehen werden können.

Es sind selbstverständlich die extremeren Abweichungen des Waldtatzustandes von dem vorbildlich aufgestellten Musterzustand, die eine grössere Aufmerksamkeit fordern und die freilich auch schwerer zu entfernen sind.

Handelt es sich um ein Missverhältnis in dem Stufenzustand der Alters- bzw. Dimensionsklassen, so ist nach dem Programm zu verfahren, das weiter oben für die Hausbedarfsnutzung und den Verkaufswald entwickelt wurde. Der in Rede stehende Waldbetrieb muss durch Kompromisse zwischen der finanziellen zufälligen Bestandeswirtschaft und der gleichmässig-nachhaltigen Stufenwirtschaft in Verbindung mit Bestrebungen für eine einheitliche rentable Waldtypenwirtschaft seiner

Vervollkommnung zugeführt werden (vgl. LÖNNROTH 1919—1920, II). Der Grad der Gewalt, der an den jeweiligen wirtschaftlichen Reifeprinzipien zu Gunsten einer Verbesserung des Stufvenverhältnisses und der standortseinheitlichen Bestandesbildung zu üben ist, hängt, wie gesagt, von Umständen ab, die in casu zu beurteilen sind. Die nachhaltig gleichmässige, möglichst vorteilhafte Befriedigung des Hausbedarfs an Holz fordert im allgemeinen strengere Massnahmen als die der Verkaufsentnahme. — Eine Überhaltung über die Vollreifealtersspanne scheint im allgemeinen vorteilhafter zu sein als eine vorzeitige Nutzung. Es ist jedoch oft nicht möglich zu wählen.

Die sehr undichten, nicht standortsgerecht, bzw. biologisch chaotisch bestockten, schlechtwüchsigen und überalten Bestände sollen ja in erster Reihe und möglichst bald durch rentablere Baumgenossenschaften ersetzt werden (vgl. z. B. Anweisung — — 1910, S. 27—28); ebenso sind selbstverständlich die brachliegenden Flächen baldmöglichst aufzuforsten. Dies soll auch auf Kosten des normalen Stufenzustandes geschehen, weil es ja immer vorteilhafter ist, gute Bestände in weniger guter Verteilung als schlechte Waldungen in normalerer Altersordnung zu haben. Übrigens kann in der Zukunft, gemäss der langen Vollreifezeitspanne, bei einer Wiederregelung des Stufenzustandes sehr viel wieder gutgemacht werden.

Dies alles ist sehr einfach gesagt —, ganz anders aber gestaltet sich öfters das entsprechende reale Zutun.

Das Minimumprinzip für die forstliche Arbeit soll wohl immer das sein, dass, wenn überhaupt gehauen wird, der Hieb (einschliesslich der anderen möglichen Verjüngungsmassnahmen) forstlich sein muss, sollten die von dem Hieb einfliessenden Gelderträge dadurch auch in merkbarem Grad vermindert werden im Vergleich zu dem, was sie bei reiner Exploitation abwerfen würden (u. a. sollen auch diejenigen Bäume, die nicht zum Verkauf taugen, aber nach den forstlichen Prinzipien gehauen werden müssten, wirklich zu Boden gefällt oder auch anderswie unschädlich gemacht werden; diese Arbeit ist mit den anderen verschiedenen Verjüngungsmassnahmen, die nur Kosten verschlingen, zu vergleichen; vgl. z. B. BLOMQVIST 1881, 1883, CAJANDER 1910, S. 50 ff. und HOLMGREN 1914, S. 323). Es bleibt ja doch hoffentlich noch etwas übrig, — und ist das nicht der Fall, so soll man auch nicht gern hauen, wenn man eben nicht zu direkten Opfern bereit ist.

Die besondere Schwierigkeit liegt aber in erster Linie in den von früherher mehr oder weniger verwüsteten Wäldern. Besonders in den

nördlichen Teilen unseres Landes ist die Aufhelfung bzw. die Neubegründung der Wälder öfters sehr kostspielig. Aber auch südlicher ist z. B. eine rentable Nutzung des Kleinholzes bisweilen problematisch, wodurch z. B. die mittels Dimensionshiebe durchgehauenen schlechtwüchsigen Waldreste manchmal nur mühsam verjüngt werden können.

Bei dieser Sachlage müssen die Massnahmen, die zur Ausführung vorgeschlagen werden, besonders genau erwogen werden, wenn es zu entscheiden gilt: was soll jetzt und was kann jetzt getan werden, und ferner, wie sind diese Fragen in der Zukunft wahrscheinlicherweise zu beantworten? Es muss daher oft sogar ein Doppelzustandsregelungsplan entworfen werden. — Hierzu seien ein paar Beispiele angeführt.

Es heisst ja, dass extreme Verhältnisse auch extreme Massnahmen fordern. Die hier geschilderten Waldzustände sind bisweilen wirklich so anormal, dass eine Änderung zum Besseren vielleicht auch nur durch die alleräussersten Massnahme, d. h. durch Kahlschlag (mit künstlicher Verjüngung) zustandekommen kann. Damit aber braucht doch keineswegs gesagt zu sein, dass die nach dem Kahlschlag entstandende Bestandesgleichaltrigkeit die beste Betriebsart als solche für die betreffende Holzart und für Umstände, die sonst zu beachten sind, sein würde; gegenwärtig kann aber, wegen der jetzigen Verfassung des Waldes, vielleicht keine andere Verjüngungsform auf weiten Flächen in Frage kommen. — Ein anderes und zwar noch drastischeres Beispiel wäre dies: es lohnt sich in bestimmten Hinsichten, zurzeit fast nichts zu tun, oder auch, wenn sehr grosse Gebiete in Betracht gezogen werden: es kann beim besten Willen gegenwärtig nichts getan werden, obgleich es sonst sehr wünschenswert wäre, — nur aber abwarten. — Diese Beispiele haben ihre Gegenstücke natürlich überall in der Welt, wo Waldwirtschaft überhaupt getrieben wird. [1]

Hieraus muss aber der Schluss gezogen werden, dass oft einerseits ein einmaliger aussergewöhnlicher Betriebsplan, der der zunächst kommenden »Umtriebszeit« (Betriebsdauer) akkommodiert werden darf, und andrerseits ein als allgemeingültig zu

[1] Es ist jedoch einleuchtend, dass es nicht möglich ist, der von Natur aus in grosser Ausdehnung auftretenden Regellosigkeit sowie den aus früheren Zeiten stammenden Wirtschaftsfehlern in kurzer Zeit abzuhelfen bzw. sie zu korrigieren. Es können zahlreiche Beispiele aus anderen Gebieten der menschlichen Tätigkeit, wo das Zutun doch viel leichter als im Waldbetrieb ist, aufgezeigt werden und wo merkliche Verbesserungen auch schwer oder sogar unmöglich in absehbarer Zeit durchzuführen sind.

bezeichnender, biologisch-ökonomisch folgerichtiger Plan für die danach kommenden, hoffentlich besseren Zeiten, über die man schon jetzt, wenigstens in biologischer Hinsicht, der Hauptsache nach Klarheit besitzen soll, zu entwerfen ist. Dies kann ein Doppelregelungsplan genannt werden.

Ein solcher Plan muss also sehr weit ausschauen und muss sich auch die Umwandlungsmassnahmen von einer zu einer anderen Betriebsart genau klarlegen können.

Die wichtigste Zeitspanne ist immerhin auch in diesem, wie in jedem anderen Betriebsplan, die zunächst kommende. Für diese muss also vor allem aufs genaueste untersucht und festgestellt werden, was wirklich zurzeit und in der nächsten Zukunft unter den verschiedenen Verhältnissen (Staatsbesitz, Grossbesitz, Kleinbesitz - - Südfinnland, Nordfinnland - - usw.) überhaupt gemacht werden kann und was andrerseits noch nicht durchführbar ist. Die tatsächliche gegenwärtige Sachlage, sowohl in der einen wie der anderen Beziehung, — wäre sie auch bis auf weiteres bedenklich und schwer —, muss im Einzelnen scharf und wahrheitsgemäss wiedergegeben werden. Die nicht realisierbaren Massnahmen sind dagegen aus den Verfügungen auszuschalten, sollten sie auch zu den innigsten Wünschen gehören.

In unseren oft als regellos zu bezeichnenden Wäldern mit teils recht anormaler Stufenverteilung, mit bisweilen vielfältig dimensionsdurchgehauenen oder anderswie verheerten Waldungen, mit stellenweise auftretenden nichtstandortsgerecht bestockten Beständen oder mit kahlgelassenen Bereichen hie und da usw. kann gerade nur eine Betriebsarbeit, die nach einem konsequent und durchgehends entworfenen Plan getrieben wird, die geforderte Ordnung und Planmässigkeit im Walde allmählich schaffen.

Die Konstatierung der Veränderungen des Waldzustandes während der laufenden Zeit ist natürlich durch wiederholte Inventarisationen nach gewissen Perioden zu machen. Diese Kontrollinventarisationen können jedoch in unseren Verhältnissen nicht in dem Sinne und so durchgeführt werden, wie z. B. die ofterwähnte schweizerische Kontrollmethode es tut. Wir haben natürlich auch Versuchsflächen, auf denen genaue Zuwachsuntersuchungen gemacht werden können, aber wie früher gesagt, kann und muss nicht jede Waldung ein Versuchsgegenstand sein.

Die wiederholten Inventarisationen haben hauptsächlich nur den Zweck, die allgemeine Gesamtlage und den nach den führenden Prinzipien geordneten Gesamtzustand des Waldes, wie auch die Wirkungen der durchgeführten verschiedenen Massnahmen zu kontrollieren und festzustellen. Die Vergleichung der bei den verschiedenen Inventarisationen erhaltenen verschiedenen Waldverfassungen untereinander gibt genügende Auskunft darüber, was zunächst weiter zu tun ist.

Obwohl die Inventarisationsresultate — wegen der recht extensiven Methoden, mit denen wir uns in dieser Arbeit im allgemeinen begnügen müssen — unter sich nicht ganz kommensurabel sind, so sind die zu erhaltenden Ergebnisse doch aufschlussreich genug betreffs der Hauptfragen der grosszügigen Betriebsregelung. Die etwaigen Schwankungen oder Wellenbewegungen in der Holznutzung, die durch diese unexakte Kommensurabilität der verschiedenen Vergleichsresultate veranlasst werden, sind jedoch bei unseren extensiven und in bezug auf die Stufenverteilung im allgemeinen nicht geregelten Waldverhältnissen am wenigstens belästigend.

Die Frage der Intensivierung der Pflege und Nutzung der Waldungen im Einzelnen liegt dagegen eigentlich ausserhalb der Frage der Grossinventarisation des Waldkomplexes. Die Beantwortung dieser Frage ist auch schon weiter oben entwickelt und gegeben worden.

* * *

Die Wahl der Betriebsart ist wohl eine der wichtigeren Massnahmen in der Regelung des Waldbetriebs. Der Grad des Erfolgs der Wirtschaft ist an sich wesentlich von dieser Wahl abhängig. Es kann demgemäss am Platze sein, hier noch zu erwägen, wie der Waldbetrieb in dieser Frage betreffs der verschiedenen Waldverhältnisse Finnlands einzurichten wäre.

Die Betriebsart ist, wie bekannt und wie auch hier schon mehrmals betont worden ist, grundsätzlich sowohl durch biologische wie wirtschaftliche Umstände, die jeweils zur Geltung kommen, bedingt. Ausserdem kann sie »einmalig», wie auch oben hervorgehoben wurde, noch von dem gegenwärtigen, möglicherweise anormalen Waldzustand abhängig sein. Wegen aller dieser Umstände muss sie von Fall zu Fall betrachtet und untersucht werden. Einige derartige stärker hervortretende Fälle werden hier kurz besprochen. In diesem Sinne mögen zuerst einige Reflexionen von allgemeinerer Art Platz finden.

Je extensiver ein Waldbesitz behandelt oder verwaltet werden muss, desto einfacher müssen die Betriebsformen sein. Die relative Betriebsextensivität hängt bisweilen von der Grösse des Besitzes, bisweilen von der Lage des Besitzes, bisweilen von dem Besitzer selbst bzw. von seinen wirtschaftlichen Verhältnissen ab. Kompliziertere Betriebsformen können bis auf weiteres nur unter stetiger Leitung höherer Waldbeamtung erfolgreich angewandt werden. Die einfachste rationelle Betriebsform an sich dürfte die gleichaltrige schlagweise Hochwaldform und die schwierigste die Plenterform sein.

Für einen immer von neu angestrebten, nachhaltig realnormalen Stufenzustand (Alter bzw. Dimension) in dem Walde dürfte die Plenterform die elastischste Betriebsform sein. Erforderliche Umänderungen können in dem Plenterwalde, wo die ganze Stufenskala auf kleinstmöglichen Standflächen zu finden ist, in verhältnismässig kürzester Zeit passabel durchgeführt werden, – obgleich natürlich die Bäume an sich auch hier unverschiebbare Gegenstände sind und somit auch hier unter dem Gesetz der planmässig durchzuführenden geometrischen Abstandsverhältnisse stehen; handelt es sich nur um eine Teilung des Besitzes, so sind natürlich keine Umwandlungen vonnöten. Die ungelenkste Betriebsform dürfte in dieser Beziehung theoretisch der gleichaltrige schlagweise Hochwald sein; es müssen in ihm nicht nur die gegenseitigen Abstandsverhältnisse der Bäume unter sich innerhalb der Waldungen nach der Länge der Umtriebszeit, sondern auch die Flächenverhältnisse der Waldungen selbst gemäss dieser Zeitlänge geordnet werden.

Was ferner besonders die Hausbedarfsholznutzung anbelangt, so dürfte die Plenterform weiter die vorteilhafteste Betriebsform sein. In ihr bekommt man zu jeder Zeit in jedem Waldteil jede bewirtschaftete Dimensionsart zur Nutzung. Je kleiner die betreffende Waldfläche ist, desto günstiger wird der Plenterwald in dieser Hinsicht im Vergleich zu den anderen Betriebsformen. Der gleichaltrige schlagweise Hochwald verhält sich in umgekehrter Weise zu dieser Frage; sinkt die Fläche unter eine gewisse Arealgrösse, so kann die kontinuierliche Stufenfolge gar nicht mehr durchgeführt werden.

Wenigstens für sehr kleine, in Gruppen zusammengeführte Kolonate dürfte der genossenschaftliche Waldbetrieb der geeignetste sein.

In Anbetracht der Holzarten, die in Finnland gedeihen, dürfte die reine Plenterform kaum gut ermöglicht werden (vgl. z. B. CAJANDER 1910, S. 25). Dagegen dürfte die Femelschlagform z. B. so, wie sie im Schwarzwald angewandt wird (vgl. übrigens PHILIPP 1926), für unsere Fichten-

wälder gut durchführbar sein. Diejenigen Betriebsformen, die zu wellen-, halbwellen-, kegel- und ähnlichem Waldhabitus führen, könnten, wenn sie vielleicht nicht zu kompliziert für unsere Verhältnisse sind, auch für die Fichte angewandt werden. Der Wagner'sche Blendersaumschlag bzw. der Eberhard'sche Schirmkeilschlag, sowie die grosshorstweise Verjüngung dürften auch auf die Kiefer akkommodiert werden können, wenigstens auf frischeren Böden. Die zu gleichaltrigen Einzelwaldungen führenden Betriebsformen dürften sowohl für die Kiefer wie für unsere Laubhölzer doch die biologisch geeignetsten Betriebsformen sein; auch die Fichte ist in dieser Bestandesform einträglich. — Von Gewicht ist, dass die Hiebe sich elastisch nach den Waldtypen richten und dass sie sich möglichst auf natürliche Verjüngung basieren.

Auf die gegenseitigen Beziehungen des Waldtyps - - der Holzart braucht hier wohl nicht näher eingegangen zu werden. Desgleichen können hier auch die anderen verschiedenenartigen waldbaulichen, waldtechnischen usw. Spezialfragen beiseite gelassen werden. Vgl. hierzu z. B. Cajander (1910).

Dass die Wahl der Betriebsart im Prinzip also einen vielseitigen Kompromiss voraussetzt, ist natürlich.

In den Schriften z. B. von Cajander (1910, 1925 b), Aaltonen (1918), Heikinheimo (1922), Borg (1922) (die zwei mittleren behandeln die Waldverhältnisse Nordfinnlands) sind u. a. die Massnahmen angegeben, wodurch unseren unforstlich gehauenen oder von Natur aus mangelhaft bestockten Beständen jeweils am besten aufzuhelfen ist, bzw. wodurch sie neu zu begründen sind. Diese Schriften enthalten daher auch die Grundprinzipien derjenigen Betriebsregelung, die bei dem gegenwärtigen Tatzustand unserer Wälder für verschiedene Verhältnisse durchzuführen wäre. Es ist weiter nur jeweils klarzulegen, in welcher Ausdehnung die an sich wünschenswerten Massnahmen verwirklicht werden können, bzw. mit welchem Intensitätsgrad und Tempo zu dieser Arbeit geschritten werden kann und soll.

Sowohl auf Grund der hier genannten wie zahlreicher anderer, den Tatzustand der finnischen Wälder analysierender Arbeiten (es seien u. a. folgende Werke genannt: Aaltonen 1919, Cajander 1923 c, Cajanus 1916, Heikinheimo 1920 a, b, 1921, 1924, Y. Ilvessalo 1920 a, 1923, 1924, 1925, Lakari 1915, Lassila 1920, Multamäki 1919, Saari 1923) wird es klar, dass die Betriebsregelung bzw. Ertragsberechnung für unsere Wälder im allgemeinen nur unter derartigen Formen, wie sie weiter oben näher entwik-

kelt wurden, gemacht werden kann. Der innerwaldbauliche Zustand der Waldungen, die biologisch charakterisierte Stammverteilung und -stellung derselben sowie deren Zuwachs (nicht nur an sich, sondern speziell im Lichte der Entwicklung des genannten Zustands, des Vorrats und des Zuwachses selbst in vielleicht erhöhter Wiedervergeltung) bestimmen die Hiebe wie auch die anderen äusseren Massnahmen der Betriebsregelungsarbeit. Der Hiebssatz kann somit hier nicht gut summarisch oder schematisch berechnet werden, — er ist im Gegenteil tatsächlich ein summatives Endergebnis eines aus einzelnen, apart für sich begründeten verschiedenartigen waldbaulichen, zeitlich und örtlich abgewogenen Verfügungen organisch zusammengestellten und dazu in den grossen Zügen durchgearbeiteten Gesamtwirtschaftsplans.

Das Gesagte betrifft in besonders verschärftem Grad die Wälder Nordfinnlands. Wegen der langen Zeitintervalle der wirksamen Samenjahre (vgl. besonders LAKARI 1915), des ausserordentlich langsamen Waldwuchses, der verschiedenartigen schweren Naturhemmnisse und Kalamitäten, sowie der teilweise regellos ausgeführten Hiebe sind diese Wälder in recht unregelmässigem Zustand. Der Betriebsplan, bzw. die Ertragsberechnung und -regelung muss alle diese für die Waldwirtschaft aussergewöhnlich folgenschweren Umstände genau im Einzelnen und zusammen in Betracht ziehen. Es ist eine eingehende Kenntnis der Wirkungen dieser Umstände auf den Waldaufbau und die Waldentwicklung erforderlich, um einen Plan für eine tatsächlich nachhaltige Holznutzung aufstellen zu können; die fraglichen Verhältnisse weichen stark von denen eines »gewöhnlichen realnormalen» Waldbetriebs in Südfinnland ab. — Der »einmalige» Waldbetrieb muss sich wohl lange noch mit den im allgemeinen ungleichaltrigen Kiefernwäldern begnügen; der »Zukunftsplan» dagegen würde doch gern eine energische Arbeit für eine gleichaltrigere Kiefernwaldform, wenigstens in kleineren Waldungen, voraussetzen. Dies würde teils sorgfältiger durchgeführte Hiebe, teils Waldkultur erfordern.

Je südlicher man kommt, desto intensiver können die Betriebsformen und Betriebsmassnahmen im allgemeinen werden. Es kommen jedoch weiter noch grosse Unterschiede z. B. zwischen den verschiedenen Arten der Besitzer vor. Es kann am Platze sein, einige Reflexionen über diese Seite der Frage zu machen.

Wie schon erwähnt und wie auch sonst selbstverständlich, muss die Betriebsform desto einfacher sein, je extensiver der Betrieb sein muss.

In den grossen Staatsrevieren z. B. ist es natürlich praktisch schwer, in grösserer Skala Hiebsformen anzuwenden, die eine stetige Aufmerksamkeit auf kleinen, fast zu zahllos werdenden Flächen fordern. Die Staatswaldwirtschaft soll, wie jede geordnete Waldwirtschaft, wohl in die Einzelheiten (Waldung, Bestand, Baumgruppe, Einzelbaum) sachgemäss eindringen, — die Wirtschaft soll aber dabei so geordnet werden, dass die Aufmerksamkeit nur stossweise in Anspruch genommen wird, d. h. dass die jeweiligen Arbeitsperioden verhältnismässig kurz, die dazwischenliegenden Zeiträume dagegen relativ lang werden.

In den Grosswäldern muss man sich demgemäss fortgesetzt mit Betriebsformen begnügen, die für die Kiefer zu gleichaltrigen Waldungen führen (an und für sich sind sie ja auch sehr günstig). Die Hiebe sollen weiter, wie erwähnt, so vorgenommen werden, dass Naturbesamung nach Möglichkeit zur Anwendung kommen kann. In bezug auf die Fichtenwälder, in deren Besitze gegenwärtig eine im Verhältnis zu der Kiefer bedeutend kleinere Fläche steht, könnte man dagegen etwas weiter gehen, d. h. man könnte den Schwarzwälder Femelschlagbetrieb in Gebrauch nehmen; für die nordfinnischen Fichtenwälder dürfte jedoch, wie Heikinheimo (1922) vorschlägt, wenigstens bis auf weiteres, der Grossflächenbetrieb am geeignetsten sein. Die Birke wäre weiter, wie erwähnt, in gleichaltrigen Beständen zu halten. Mischbestände ferner haben wir in Finnland in solcher Menge, dass neue nicht angelegt werden dürfen, besonders da die Vorteile derartiger Formen bei uns im Durchschnitt recht problematisch sein dürften. — Vgl. Cajander (1910).

Im Kleinbetrieb stellt sich die Frage wohl ein wenig anders. Der Femelschlagbetrieb ist für die Fichte allerdings auch in diesem Falle der vorteilhafteste, da der Plenterbetrieb kaum zur Anwendung kommen kann, der sonst, wie erwähnt, in gewissen Hinsichten der beste Betrieb für den Kleinbesitzer sein würde. Für die Kiefer wäre hier aber der Blendersaumschlag bzw. der unseren Verhältnissen angepasste Schirmkeilschlag vielleicht zu empfehlen, weil er besser als der gleichaltrige schlagweise Wald auch auf kleine Flächen zu akkommodieren ist und weil er auch das Hausbedarfsholz in günstiger Weise zu liefern vermag. Diese Betriebsformen gehören wohl zu den leichteren Betriebsformen; besonders die zweiterwähnte Betriebsart dürfte ausserdem auch den kleineren Waldtypenkonfigurationen gut akkommodiert werden können.

Bis auf weiteres treten jedoch öfters die »einmaligen» Betriebsformen in den Vordergrund, da die Kleinwälder im allgemeinen recht regellose Zustände aufweisen. Es muss demgemäss wohl noch öfters mit Kahlschlag

und gleichaltrigen Kiefernbeständen begonnen werden. Erst in weiterer Zukunft kann man allgemeiner auf eine intensivere, speziell angepasste Waldwirtschaft in betreff der Kleinbesitze hoffen.

Im Kleinbetrieb können Mischbestände (am liebsten Birke in recht schwacher und gleichmässiger Mischung in sonst reinem Nadelwald, — Fichtenunterbau in Birkenwaldungen — und vielleicht Kiefer und Fichte in gruppenweiser Mischung, alle nur auf ergiebigeren Waldtypen) mit grösserem Erfolg als im Grosswaldbetrieb in Anwendung genommen werden.

Kommt man zum Schluss zurück zu den allgemeinen Richtlinien der Waldertragsregelung, so sei in bezug auf die Waldverhältnisse Finnlands noch betont, dass die Hiebe, in Verbindung mit ihrem primären Zweck — dem Holznutzungszweck als solchem —, nicht nur ein Mittel zur Einheimsung der ausgereiften Holzmassen sein sollen, sondern gerade vorsätzlich auf eine Verbesserung der Verfassung der (noch nicht geregelten) Wälder, sowohl in betreff der standortsgerechten und -einheitlichen Waldbildung, des inneren biologischen und vorratlichen Zustandes und Zuwaches der einzelnen Waldungen wie des Waldstufenzustandes im Grossen gerichtet werden müssten. In welchem Verhältnis der Hiebssatz so jeweils zu einem real angestrebten und dem wirklichen Flächensatz, zu einem real angestrebten und dem wirklichen Volumvorrat, zu einem real angestrebten und dem wirklichen Volumzuwachs und zu einer real angestrebten und der wirklichen Stammverteilung (sowohl in betreff des Vorrats, des Hiebssatzes wie der innerbestandlichen Baumstellung im einzelnen) stehen soll, — das ist zurzeit bei uns einerseits hauptsächlich eine im einzelnen auf waldbaulich-wirtschaftlicher Grundlage elastisch zu beurteilende einrichtungstechnische Frage und andrerseits eine Frage der Intensität, mit welcher tatsächlich in der obenerwähnten wünschenswerten Richtung gearbeitet werden kann. Dass diese Fragen weiter für die verschiedenen Landesteile wie auch im einzelnen verschieden zu beantworten sind, versteht sich von selbst.

Wenn später die Wälder allgemeiner in normalere Verfassung gekommen sind, kann sich entsprechend der Hiebssatz auch allgemeiner eng an den laufenden Zuwachs anschliessen, und wenn noch die Entwicklungsgesetze auch der in unseren Verhältnissen in Frage kommenden ungleichaltrigen Waldformen erforscht und klargelegt worden sind,

kann die Hiebsführung in diesen Wäldern, wie die Durchforstungen und Lichtungen in den gleichaltrigen Beständen, noch genauer und feiner auf die verschiedenen Stammverteilungscharakteristika, im Zusammenhang mit den innerbestandlichen geometrischen Baumstellungen — verschieden für die verschiedenen Holzarten, Waldtypen, Betriebsformen usw. — basiert und normiert werden.

Literaturverzeichnis

AALTONEN, V. T. 1918. Perä-Pohjolan metsien hoito. Suom. Metsänhoitoyhd. Tapion kansankirj. N:o 8.

—»— 1919. Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa. I. (Mit deutschem Referat: Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im finnischen Lappland. I.) Comm. ex Inst. quaest. forest. Finl. ed., 1.

d'ALVERNY, M. A. 1926. Comptages et contrôle: Valeur de leurs résultats. Inst. internat. d'agricult. Congr. internat. de sylvicult. Épreuve N. 31. Rome.

BAADER, GUSTAV. 1913. Die Veranschlagung des Zuwachses bei Waldertragsregelungen. Giessen.

—»— 1924. Das Hessische Forsteinrichtungsverfahren und seine Fortbildung. Allg. Forst- u. Jagd-Zeit.

BALSIGER, R. 1909. Baum oder Bestand? Eine politische Betrachtung. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwes.

—»— 1912 a. Die Plenterwirtschaft als Lichtwuchsbetrieb. Ibid.

—»— 1912 b. Die Verfassung eines Plenterbestandes. Ibid.

—»— 1913. Die Betriebsordnung im Plenterwald. Ibid.

—»— 1925. Der Plenterwald und seine Bedeutung für die Forstwirtschaft der Gegenwart. Beih. Nr 1. zu d. Zeitschr. d. Schweiz. Forstvereins.

BARTH, AGNAR. 1926. Vort skogbruks fremtidslinjer. Skogens opbygningsformer og disses hugstsystemer i belysning av den nyere videnskapelige forsknings og den praktiske erfarings resultater. Tidsskr. for Skogbr.

VON BERENGER, A. 1875. Eine neue Waldtaxationsmethode. Tharand. Forstl. Jahrb.

BIOLLEY, H. E. 1919. L'Aménagement des Forêts par la Méthode Expérimentale et spécialement Méthode du Contrôle. Neuchâtel et Paris, 1920. — Die Forsteinrichtung auf der Grundlage der Erfahrung und insbesondere das Kontrollverfahren. (Übersetzt von OTTO EBERBACH.) Paris, Neuchâtel, Karlsruhe, 1923.

—»— 1920. Betrachtungen über die Wirtschaftseinrichtung der Waldungen in der Schweiz. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwes.

—»— 1926. L'orientation de l'aménagement des forêts en Suisse. Inst. internat. d'agricult. Congr. internat. de sylvicult. Épreuve N. 10. Rome.

BLOCK. 1888. Die SMALIAN'sche Formel zur Berechnung des mittleren Bestandesalters. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes.

BLOMQVIST, A. G. 1881. Finlands trädslag i forstligt hänseende beskrifna. I. Tallen. Finska Forstför. Medd. — Suom. T. A. CANNELIN: Suomen puulajit metsänhoidolliselta kannalta kertonut A. G. BLOMQVIST. I. Mänty. 1891. Helsinki.
—»— 1883. Finlands trädslag i forstligt hänseende beskrifna. II. Granen. Ibid. — Suom. F. G. BERGROTH: Suomen puulajit metsänhoidolliselta kannalta kertonut A. G. BLOMQVIST. II. Kuusi. 1891. Helsinki.
BÖHMER, J. G. 1922. Bledningsskog. (Avec résumé en français.) Kristiania.
BOISSAUX, HENRY. 1926. Les bois de Finlande. Paris.
BONSDORFF, A. J. 1917. Studien über die Sturmrichtungen in Finnland. Acta forest. fenn., 8.
—»— 1918. Beiträge zur Kenntnis der Sturmschäden in Finnland. Ibid., 8.
BORG, ARVID. 1922. Pienviljelijän metsänhoito. Suom. Metsänhoitoyhd. Tapion kansankirj. N:o 9.
BORGMANN, W. 1911. Über die Beziehungen zwischen dem natürlichen und ökonomischen Prinzip in der Forstwirtschaft. Rede. Tharand. Forstl. Jahrb.
—»— 1912—1917. Forstliche Tagesfragen. Ibid.
—»— 1926. Wertszuwachsprozent, Wirtschaftszinsfuss, Kapitalisierungszinsfuss. Forstwiss. Cbl.
BÜHLER, ANTON. 1918, 1922. Der Waldbau nach wissenschaftlicher Forschung und praktischer Erfahrung. Ein Hand- und Lehrbuch. I, II. Stuttgart.
BURGER, HANS. 1919. Aus dem Gebiete unserer Forsteinrichtung. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwes.
—»— 1920. Die CARL HEYER'sche Formel. Ibid.
—»— 1923. Dr. FLURY's neue Formel zur Etatberechnung. Ibid.
—»— 1925. Der Plenterwald, der gemischte Wald und die Stammformen der Laubhölzer. Forstwiss. Cbl.
CAJANDER, A. K. 1909. Ueber Waldtypen. Acta forest. fenn., 1, — und Fennia, 28, N:o 2.
—»— 1910. Metsiemme uudistushakkaukset toisiinsa verrattuina. Maahenki.
—»— 1916. Metsänhoidon perusteet. I. Kasvibiologian ja kasvimaantieteen pääpiirteet. (Handbuch des Waldbaues. I. Grundzüge der Pflanzenbiologie und Pflanzengeographie.) Porvoo.
—»— 1917. Metsänhoidon perusteet. II. Suomen dendrologian pääpiirteet. (Handbuch des Waldbaues. II. Grundzüge der Dendrologie Finnlands.) Porvoo.
CAJANDER, A. K. und ILVESSALO, YRJÖ. 1921 a. Ueber Waldtypen II. Drei Vorträge. Acta forest. fenn., 20, — und Fennia, 43, N:o 3.
CAJANDER, A. K. 1921 b. Zur Frage der gegenseitigen Beziehungen zwischen Klima, Boden und Vegetation. Acta forest. fenn., 21.
—»— 1923 a. Forstlich-geographische Übersicht Finnlands. Vortrag. Ibid., 25.
—»— 1923 b. Was wird mit den Waldtypen bezweckt? Ibid., 25.
—»— 1923 c. De nordiska ländernas skogsproduktion och dess framtida utvecklingslinjer. II. Finnland. Vortrag. Första nord. skogskongr. förhandlingar 1923. Stockholm, 1924.
—»— 1925 a. Die Verteilung des fruchtbaren Bodens in Finnland. Vortrag. Vorträge über die Waldwirtschaft und Forstwissenschaft in Finnland. Helsinki.
—»— 1925 b. Die Hiebe in den Staatswäldern Finnlands in waldbaulicher Hinsicht. Vortrag. Ibid.

CAJANDER, A. K. 1925 c. Die Geschäftstätigkeit der Staatsforstverwaltung Finnlands. Vortrag. Ibid.
—»— 1925 d. Die forstwissenschaftliche Forschungsarbeit in Finnland. Vortrag. Ibid.
—»— 1925. Metsätyyppiteoria. — 1926. The Theory of Forest Types. — Acta forest. fenn., 29, N:o 2, 3.
—»— 1926 a. Metsätiede perustana metsätaloudelle, silmälläpitäen etupäässä Suomessa suoritettua metsätieteellistä tutkimustyötä. Vortrag. Helsinki.
—»— 1926 b. »Die forstliche Bedeutung der Waldtypen». Helsinki.
—»— 1927. Übersicht der finnischen pflanzengeographischen Forschungstätigkeit. Vortrag. Vanamon Julkaisuja. Osa 5. N:o 3.
CAJANUS, WERNER. 1914. Muutamia metsätalouden järjestelyä koskevia mietteitä. Metsätal. Aikakk. (L. pain.) — Forstl. Tidskr. (H-uppl.).
— »— 1916. Bidrag till kännedom om våra privatskogar, specielt med hänsyn till den uthålliga avkastningen. Vortrag. Helsinki.
DENZIN, D. 1921. Altersklassen und Betriebsklassen. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes.
DIETERICH, V. 1919. Literaturbesprechung: PH. FLURY 1918, Aus dem Gebiete unserer Forsteinrichtung. Silva.
—»— 1926. Freiheit und Unfreiheit im waldbaulichen Planen und Handeln. Ibid.
EBERBACH, OTTO. 1908. Die Feststellung des Abgabesatzes in Hochwaldungen. Forstwiss. Cbl.
—»— 1913. Die Ordnung der Holznutzungen auf wirtschaftlicher und geschichtlicher Grundlage. Eine Anleitung zu praktischer Forsteinrichtungsarbeit. Aus dem Walde. Karlsruhe.
—»— 1923. Forsteinrichtung ohne Umtriebszeit. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes.
—»— 1924 a. Die Erntemessung als Grundlage des forstlichen Nachhaltbetriebs. Allg. Forst- u. Jagd-Zeit.
—»— 1924 b. Die Erntemessung als Grundlage der forstlichen Bilanzierung. Silva.
EBERHARD. 1908. Die räumliche Ordnung im Walde und die Naturverjüngung. Allg. Forst- u. Jagd-Zeit.
—»— 1925. Naturansamung und Verjüngung. Vortrag. Forstwiss. Cbl.
ENDRES, MAX. 1889. Ueber die mathematische Interpretation der Ertragstafelkurven. Allg. Forst- u. Jagd-Zeit.
—»— 1893. Die K. HEYER'sche Waldertragsregelung und das Badische Forsteinrichtungsverfahren. Ibid.
ENGLER, ARNOLD. 1905. Aus der Theorie und Praxis des Femelschlagbetriebes. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwes.
FANKHAUSER, F. 1908. Über die Notwendigkeit von Ertragsnachweisungen im Plenterwald. Forstwiss. Cbl., — und Schweiz. Zeitschr. f. Forstwes.
FIESER, E. 1910. Die Modernisierung der badischen Domänen- und Gemeinde-Waldwirtschaft in ökonomischer Hinsicht. Freiburg.
FLURY, PHILIPP. 1913. Tagesfragen zur Etatermittlung und Wirtschaftskontrolle. Referat. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwes.
—»— 1914. Grösse und Aufbau des Normalvorrates im Hochwalde. Mitt. d. Schweiz. Centralanst. f. d. forstl. Versuchswes., Bd. XI, H. 1.
—»— 1918, 1920. Aus dem Gebiete unserer Forsteinrichtung. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwes.
—»— 1922 a. Forsteinrichtungstechnisches. Ibid.

FLURY, PHILIPP. 1922 b. Forsteinrichtung und Waldbehandlung. Allg. Forst- u. Jagd-Zeit.
—»— 1923. Vereinfachung der Ertragsberechnung beim schlagweisen Hochwald. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwes.
FUCKEL. 1926. Die Arbeit des Auszeichnens der Durchforstungen und Verjüngungsschläge. Vortrag. Silva.
GENEAU, M. G. 1926. Esthétique et aménagement. Inst. internat. d'agricult. Congr. internat. de sylvicult. Épreuve N. 47. Rome.
GODPERSEN, RUDOLF. 1926. Theorie der forstlichen Oekonomik. Neudamm.
VON GREYERZ, H. 1919. Literaturbesprechung: PH. FLURY 1918, Aus dem Gebiete unserer Forsteinrichtung. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwes. I, II.
GÜNTHER, ALFRED. 1904. Der genossenschaftliche Betrieb des Kleinwaldbesitzes. Referat. Wien.
VON HAGEN, OTTO. 1894. Die forstlichen Verhältnisse Preussens. I, II. 3. Aufl. (Herausgeg. von K. DONNER.) Berlin.
HAUSENDORF, R. 1926. Der Erfolg des forstlichen Betriebsunternehmens. Kritische Wirtschaftsbetrachtungen. Berlin.
HAUSENDORFF, ERHARD. 1927. Deutsche Waldwirtschaft. Ein Rückblick und Ausblick. Berlin.
HAUSRATH, H. 1925. »Richtlinien für die Erziehung und Verjüngung der Hochwaldungen in Baden.» Allg. Forst- u. Jagd-Zeit.
HECK, CARL ROBERT. 1926 a. Gedanken über das Holzauszeichnen. Silva.
—»— 1926 b. Schönheitsgesetz und Baumklasseneinteilung. Ibid.
HEIKINHEIMO, OLLI. 1915. Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. (Mit deutschem Referat: Der Einfluss der Brandwirtschaft auf die Wälder Finnlands.) Acta forest. fenn., 4.
—»— 1920 a. Suomen lumituhoalueet ja niiden metsät. (Mit deutschem Referat: Die Schneeschadengebiete in Finnland und ihre Wälder.) Comm. ex Inst. quaest. forest. Finl. ed., 3.
—»— 1920 b. Pohjois-Suomen kuusimetsien esiintyminen, laajuus ja puuvarastot. (Mit deutschem Referat: Vorkommen, Umfang und Holzvorräte der Fichtenwälder in Nord-Finnland.) Acta forest. fenn., 15.
—»— 1921. Suomen metsärajametsät ja niiden vastainen käyttö. (Mit deutschem Referat: Die Waldgrenzwälder Finnlands und ihre künftige Nutzung.) Comm. ex. Inst. quaest. forest. Finl. ed., 4.
—»— 1922. Pohjois-Suomen kuusimetsien hoito. (Mit deutschem Referat: Über die Bewirtschaftung der Fichtenwälder Nordfinnlands.) Ibid., 5.
—»— 1924. Suomen metsien metsänhoidollinen tila. Vortrag. Ibid., 9.
HESKE, FRANZ. 1924. Moderne Stellung der Forsteinrichtung zu den drei Hauptfragen der Forstwirtschaft: Nachhaltigkeit, Finanzwirtschaft und Produktion. Vortrag. Allg. Forst- u. Jagd-Zeit.
—»— 1926—1927. Die Forstwirtschaft Finnlands. Cbl. f. d. ges. Forstwes.
HEYER, CARL. 1841. Die Waldertragsregelung. Giessen.
HOLMGREN, ANT. 1914. Blädning och trakthuggning i norrlandsskogar. Norrl. Skogsvårdsförb. Tidskr.
—»— 1917. Föryngringsavverkning i norrlandsskogarna. Skogsvårdsför. Tidskr., Bilaga 1.

HUFFEL, G. 1926. Economie Forestière. Tom 3. Édition 2. Paris.

HUFNAGL, L. 1897. Die Betriebseinrichtung in kleinen Wäldern, insbesondere in Gemeinde- und Genossenschaftswäldern. Sep. aus d. 6. H. d. Vereinsschr. f. Forst-, Jagd- u. Naturkunde.

—»— 1921. Praktische Forsteinrichtung. 3. Auflage. Wien und Leipzig.

ILVESSALO, LAURI. 1917. Tutkimuksia mäntymetsien uudistumisvuosista Etelä- ja Keski-Suomessa. (Mit deutschem Referat: Studien über die Verjüngungsjahre der Kiefernwälder in Süd- und Mittelfinnland.) Acta forest. fenn., 6.

—»— 1923. Raivolan lehtikuusimetsä. (Mit deutschem Referat: Der Lärchenwald bei Raivola.) Comm. ex Inst. quaest. forest. Finl. ed., 5.

—»— 1926. Metsätieteellinen tutkimustoiminta Suomessa. Metsätieteellisen tutkimustoiminnan synty ja kehitys sekä yleiskatsaus toimitettuihin tutkimuksiin. — Forest research work in Finland. The origins and development of forest research work and a review of the investigations carried out up to date. — Acta forest. fenn., 31, N:o 1, 2.

ILVESSALO, YRJÖ. 1916. Mäntymetsikköjen valtapuitten kasvusta mustikka- ja kanervatyyppien kankailla Salmin kruununpuistossa. (Mit deutschem Referat.) Acta forest. fenn., 6.

—»— 1920 a. Metsämaitten puuntuotantokyvyn, nykyisen tuoton ja puunkulutuksen välisestä suhteesta. (Mit deutschem Referat: Über das Verhältnis zwischen der Holzkonsumtion und der Holzertragsfähigkeit der Waldböden in Finnland.) Ibid., 15.

—»— 1920 b. Tutkimuksia metsätyyppien taksatoorisesta merkityksestä, nojautuen etupäässä kotimaiseen kasvutaulujen laatimistyöhön. (Mit deutschem Referat: Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen, hauptsächlich auf den Arbeiten für die Aufstellung der neuen Ertragstafeln Finnlands fussend.) Ibid., 15.

—»— 1920 c. Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. (Mit deutschem Referat: Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland.) Ibid., 15.

—»— 1921. Siehe CAJANDER 1921 a.

—»— 1923. Tutkimuksia yksityismetsien tilasta Hämeen läänin keskiosissa. Sahalahden ja Kuhmalahden pitäjien metsät. Tri WERNER CAJANUKSEN aineiston perusteella. (Mit deutschem Referat: Untersuchungen über den Zustand der Privatwälder in den mittleren Teilen des Läns Tavastehus. Die Wälder der Gemeinden Sahalahti und Kuhmalahti.) Acta forest. fenn., 26.

—»— 1924. Suomen metsät. Metsävarat ja metsien tila. — Finlands skogar. Skogstillgångarna och skogarnas tillstånd. — The Forests of Finland. The Forest Resources and the Condition of the Forests. — Comm. ex Inst. quaest. forest. Finl. ed., 9. — Les Forêts de la Finlande. Helsinki. — Vortrag.

—»— 1925. Die Waldvorräte Finnlands auf Grund der Taxierung aller Wälder des Reiches. Vortrag. Vorträge über die Waldwirtschaft und Forstwissenschaft in Finnland.

JEDLINSKI, WLADISLAW. 1926. De la nécessité de nouvelles méthodes d'aménagement des forêts. Inst. internat. d'agricult. Congr. internat. de sylvicult. Épreuve N. 132. Rome.

JONSON, TOR. 1912. Afverkningens förhållande till virkesförrådet. Årsskr. f. Förening. f. Skogsvård i Norrland.
—»— 1917. Försök till grundlinjer för det svenska skogsbrukets ekonomi. Skogshögskolan 1917; Festskrift. Stockholm.
JUDEICH, FRIEDRICH. 1923. Die Forsteinrichtung. 8. Auflage. (Herausgeg. von MAX NEUMEISTER.) Berlin.
KIENITZ, M. 1910. Aus dem Gebiet des »Blendersaumschlags». Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes.
KNUCHEL, HERMANN. 1923. Über die Anpassung der Betriebseinrichtung an die heutigen waldbaulichen Verhältnisse. Vortrag. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwes.
—»— 1926. Die Forsteinrichtung in der Schweiz, neue Wege und Ziele. Internat. Landwirtsch.-Inst. Internat. Forstkongr. Probeabzug N. 153. Rom.
KÖNIG, CHR. 1912. Ueber wirtschaftliche und statistische Grundlagen für den praktischen Forstbetrieb. Aus Württemberg; unsere Forstwirtschaft im 20. Jahrh., IX.
KONTOS, P. 1926. Organisation du capital forestier. Inst. internat. d'agricult. Congr. internat. de sylvicult. Épreuve N. 109. Rome.
KRIEGER. 1923. Über die systematische Stellung und praktische Bedeutung theoretischer Wirtschaftslehre für die Forstwirtschaftswissenschaft. Thar. Forstl. Jahrb.
—»— 1924. Die theoretischen Grundlagen forstlicher Bilanzierung. Vortrag. Silva.
—»— 1926. Forstliche Bilanzierung. Vortrag. Ibid.
KRUTINA. 1894. Die K. HEYER'sche Waldertragsregelung und das badische Forsteinrichtungsverfahren. Forstwiss. Cbl.
KRUTZSCH. 1926. Bärenthoren 1924. Neudamm.
KUBELKA, AUGUST. 1914. Die Ertragsregelung im Hochwalde auf waldbaulicher Grundlage. Wien und Leipzig.
KUJALA, V. 1924. Tervaleppä (Alnus glutinosa (L.) Gaertn.) Suomessa. Kasvimaantieteellinen tutkimus. (Mit deutschem Referat: Die Schwarzerle (Alnus glutinosa (L.) Gaertn.) in Finnland. Pflanzengeographische Untersuchung.) Comm. ex Inst. quaest. forest. Finl. ed., 7.
KÜNANZ, HERMANN. 1924. Bestandesdichte und Produktionsdauer. Forstwiss. Cbl.
—»— 1925. Siehe WEBER 1925.
—»— 1926. Ueber die Grundlegung der wirtschaftstheoretischen Auffassungen in der Forstwirtschaft des verflossenen Jahrhunderts und die Sammlung von Grundlagen für die Wirtschaft der Zukunft. Vortrag. Silva.
LAKARI, O. J. 1915. Studien über die Samenjahre und Altersklassenverhältnisse der Kiefernwälder auf dem nordfinnischen Heideboden. Acta forest. fenn., 5, — und Fennia, 38, N:o 4.
—»— 1920. Tutkimuksia kuusen ja männyn kasvusuhteista Pohjois-Suomen paksusammaltyypillä. (Mit deutschem Referat: Untersuchungen über die Zuwachsverhältnisse der Fichte und Kiefer auf dem Dickmoostypus in Nord-Finnland.) Comm. ex Inst. quaest. forest. Finl. ed., 2.
—»— 1925. Die Betriebseinrichtung der Staatswälder Finnlands. Vortrag. Vorträge über die Waldwirtschaft und Forstwissenschaft in Finnland. Helsinki.
—»— 1926. Measures for ensuring sustained forestry in Finland. Helsinki (Helsingfors).

LANDOLT, EL. 1892. Die Forstliche Betriebslehre mit besonderer Berücksichtigung der schweizerischen Verhältnisse. Zürich.

LAPPI-SEPPÄLÄ, M. 1925. Metsänkasvun ja hakkuun välisestä suhteesta sekä puunkulutuksesta ja metsämaitten tuottokyvystä Turun—Porin läänissä. (Summary: On the balance of forest growth and felling as well as on the wood consumption and the yield capacity of forest lands in the province of Turku—Pori.) Comm. ex Inst. quaest. forest. Finl. ed., 9.

LASSILA, ILMO. 1916. Kotitarvepuusta. Suom. Metsänhoitoyhd. Tapion kansankirj. N:o 7.

—»— 1920. Tutkimuksia mäntymetsien synnystä ja kehityksestä pohjoisen napapiirin pohjoispuolella. (Mit deutschem Referat: Untersuchungen über die Entstehung und Entwicklung der Kiefernwälder nördlich vom nördlichen Polarkreise.) Acta forest. fenn., 14.

LINDBLAD, OSCAR. 1915. Avverkningsberäkning. Skogsvårdsför. Tidskr.

LINDHOLM, W. 1908. Metsätalouden järjestelytapa Badenin suurherttuakunnassa ja sen uudistaminen. Suom. Metsänhoitoyhd. Julk. — Finska Forstför. Medd.

—»— 1909. Hakkauslaskelma harsintataloudessa. Referat. Ibid.

LÖNNROTH, ERIK. 1919—1920. Ohjeita metsätalouden järjestelyssä. I, II. (Mit Schreibm. vervielfält.)

— — 1925. Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände, basiert auf Material aus der Südhälfte Finnlands. Acta forest. fenn., 30, N:o 1.

—»— 1926. Die Waldtypen und die innere Bestandesentwicklung. Finnland-Buch der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft.

LUKKALA, O. J. 1919. Tutkimuksia viljavan maa-alan jakautumisesta etenkin Savossa ja Karjalassa. (Mit deutschem Referat: Untersuchungen über die Verteilung des fruchtbaren Bodenareals hauptsächlich in den Landschaften Savo (Sawolaks) und Karjala (Karelien).) Acta forest. fenn., 9.

MAASS, ALEX. 1906. Om afverkningsberäkning för blädningsskogar. Skogsvårdsför. Tidskr.

MARTIN, H. 1918. Die Forstliche Statik. 2. Auflage. Berlin.

—»— 1926. Die Forsteinrichtung. 4. Auflage. Berlin.

MAYR, HEINRICH. 1909. Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage. Ein Lehr- und Handbuch. Berlin.

MICHAELIS. 1907. Gute Bestandspflege mit Starkholzzucht, eine der wichtigsten Aufgaben unserer Zeit. Neudamm.

MICKLITZ, TH. 1916. Bestandeswirtschaft und Altersklassenmethode. Wien und Leipzig.

MORING, KARL. 1907. Bidrag till frågan om afvärkningsberäkningen för blädningsskogar. Suom. Metsänhoitoyhd. Julk. — Finska Forstför. Medd.

MULTAMÄKI, S. E. 1919. Tutkimuksia metsien tilasta Savossa ja Karjalassa. (Mit deutschem Referat: Untersuchungen über den Zustand der Wälder in Savo und Karjala.) Acta forest. fenn., 9.

—»— 1921. Tilastoa Pohjois-Suomen metsä- ja suotyypeistä. (Mit deutschem Referat: Beiträge zur Statistik der Wald- und Moortypen Nordfinnlands.) Acta forest. fenn., 21.

—»— 1923. Tutkimuksia ojitettujen turvemaiden metsänkasvusta. (Mit deutschem

Referat: Untersuchungen über das Waldwachstum entwässerter Torfböden.) Acta forest. fenn., 27.

NEUBAUER, WILHELM. 1918. Zum Methodenstreit in der forstlichen Statik. Cbl. f. d. ges. Forstwes.

NEUMEISTER, MAX. 1900. Die Forsteinrichtung der Zukunft. Berlin.

NÜSSLE, E. 1907. Zur badischen Forsteinrichtung und ihrer Fortbildung. Forstwiss. Cbl.

OSTWALD, E. 1915. Fortbildungsvorträge über Fragen der Forstertragsregelung. Riga.

—»— 1924. Zur Theorie und Praxis der Forstertragsregelung. Thar. Forstl. Jahrb.

PACZOSKI, M. JÓZEF. 1926. La forêt, comme être organique. Inst. internat. d'agricult. Congr. internat. de sylvicult. Épreuve N. 134. Rome.

PARDÉ, M. L. 1926. Aménagement des bois particuliers. Inst. internat. d'agricult. Congr. internat. de sylvicult. Épreuve N. 3. Rome.

PETITMERMET, M. 1926. Le traitement et l'aménagement des forêts de montagne. Inst. internat. d'agricult. Congr. internat. de sylvicult. Épreuve N. 64. Rome.

PETTERSON, HENRIK. 1906. Om afverkningsberäkning för blädningsskogarna. I, II. Skogsvårdsför. Tidskrift.

—»— 1906. Om afverkningsberäkning för norrlandsskogarna. Referat. Ibid.

PETTERSSON, VILHELM I. 1914. Skogen och småbruket. Skogsvårdsför. Tidskr.

PHILIPP, KARL. 1926. Die Umstellung der Wirtschaft in den badischen Staats- ,Gemeinde- und Körperschaftswaldungen. Karlsruhe.

RAU. 1926. Ueber das Holzauszeichnen. Silva.

RAUSCH. 1924. Forstwirtschaftsbilanzen. Vortrag. Silva.

REBEL, KARL. 1922, 1924. Waldbauliches aus Bayern. I, II. München. Bd. I, 2. Aufl. 1926.

—»— 1927. Reformbedürftigkeit unserer Forsteinrichtung. Vortrag. Mitt. v. Verein d. höheren Forstbeamten Bayerns.

RENVALL, AUGUST. 1912. Die periodischen Erscheinungen der Reproduktion der Kiefer an der polaren Waldgrenze. Acta forest. fenn., 1.

RINGSTRAND, NILS G. 1899. Till frågan om afverkningsberäkning för timmerblädningsskogar. Tidskr. f. Skogshushålln.

RONGE, ERIC W. 1915. Enligt vilka grunder bör en avverkningsberäkning upprättas? Skogsvårdsför. Tidskr.

SAARI, EINO. 1922. Kotitarvepuun kulutus maaseudulla Turun ja Porin läänissä. (Mit deutschem Referat: Über den Verbrauch des Holzes im Hausbedarf auf dem Lande in dem Län Turku—Pori (Abo—Björneborg).) Comm. ex Inst. quaest. forest. Finl. ed., 5.

—»— 1923. Sahapuun kantohinta ja menekki Suomen valtionmetsissä vv. 1913—1922. (Mit deutschem Referat: Preis und Absatz des Sägeholzes in den Staatswäldern Finnlands in den Jahren 1913—1922.) Acta forest. fenn., 27.

—»— 1925. Über die Waldbesitzverhältnisse in Finnland. Vortrag. Vorträge über die Waldwirtschaft und Forstwissenschaft in Finnland.

SCHILLING, L. 1924. Betriebs- und Ertragsregelung im Hoch- und Niederwalde. 4. Auflage. Neudamm.

SCHUBERG, K. 1889. Die Grösse des Normalvorrats und seine Ergänzung. I, II. Forstwiss. Cbl.

SCHUBERG, K. 1893. Die K. HEYER'sche Waldertragsregelung und das badische Forsteinrichtungsverfahren. Ibid.

SCHÜPFER, VINCENZ. 1926—1927. Forsteinrichtung. T. v. LOREY—H. WEBER, Handbuch der Forstwissenschaft, Bd. III. 4. Aufl. Tübingen.

STEPHANI. 1926. Erfahrungen auf dem Gebiet der Femelschlagwirtschaft. Allg. Forst- u. Jagd-Zeit.

THALER. 1914. Normalbestand und Normalwald. Forstwiss. Cbl.

TICHÝ, ANTON. 1884. Die Forsteinrichtung in Eigenregie des auf eine möglichst naturgesetzliche Waldbehandlung bedachten Wirthschafters. Berlin.

—»— 1891. Der Qualifizirte Plenterbetrieb als nächstfolgende Entwicklungsstufe seiner zuerst im Jahre 1884 veröffentlichten Forsteinrichtungs-Methode. München.

VOSS. 1920. Rentieren sich die aus angekauftem Oedland bestehenden preussischen Staatsforstreviere? Silva.

WAGNER, C. 1908. Blenderwald oder schlagweiser Hochwald? Forstwiss. Cbl.

—»— 1909. Allgemeine forstökonomische Betrachtungen. Aus Württemberg; unsere Forstwirtschaft im 20. Jahrh. I.

—»— 1914. Die Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde. 3. Auflage. Tübingen.

—»— 1923. Der Blendersaumschlag und sein System. 3. Auflage. Tübingen.

WALDBAUER, HANS. 1926. Vorrat und Altersklassenverhältnis als bestimmende Faktoren der Ertragsregelung. Allg. Forst- u. Jagd-Zeit.

WEBER, KARL und KÜNANZ, HERMANN. 1925. Ein Weiserflächensystem zur periodischen Messung der massenbildenden Faktoren in Nutzholzmischbeständen und deren Leistungen (Vorrat und Zuwachs); zugleich ein Hilfsmittel zur Gewinnung zahlenmässiger Unterlagen für Ertragsregelung, Waldbau und Bestandsgeschichte. Allg. Forst- u. Jagd-Zeit.

WELANDER, P. O. 1915. Enligt vilka grunder bör en avverkningsberäkning upprättas? Referat. Skogsvårdsför. Tidskr.

WIEDEMANN, EILHARD. 1925. Die praktischen Erfolge des Kieferndauerwaldes. Braunschweig.

—»— 1926. Der laufende Zuwachs 1913—1924 in Bärenthoren. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes.

* * *

Anweisung für die Forsteinrichtung in den K. B. Staatswaldungen. 1910. Mitt. a. d. Staatsforstverwalt. Bayerns. 11. H.

Anweisung zur Ausführung der Betriebsregelungen in den Preussischen Staatsforsten. 1925. Berlin.

Asetus toimenpiteistä metsän hävittämisen ehkäisemiseksi. 1917. Suomen asetuskokoelma, N:o 106.

Der Plänterwald und dessen Behandlung. 1878. Wien. (Nach JUDEICH 1923, S. 411 ff.)

Dienstweisung über Forsteinrichtung in den Staats-, Gemeinde- und Körperschaftswaldungen in Baden. 1924. Karlsruhe.

Instruktion für die Begrenzung, Vermarkung, Vermessung und Betriebseinrichtung der österreichischen Staats- und Fondsforste. 1878. Wien.

Kommittén för utredande af frågan huruvida landets skogar öfverafverkas samt, om så befinnes vara fallet, hvilka åtgärder borde vidtagas för att hindra denna öfverafverkning. 1916. Helsingfors.

Metsähallituksen kiertokirje hakkausalojen sijoituksesta, metsänuudistustöistä ja kasvatushakkauksista; ynnä liite. N:o 2543. 1919.

Waldbauliche Grundsätze und Vorschriften für den Pfälzerwald. 1925. Mitt. a. d. Staatsforstverwalt. Bayerns. 16. H., A.

Wegleitung zur Aufstellung kantonaler Forsteinrichtungs-Instruktionen für die öffentlichen Waldungen der Schweiz. 1918. Schweiz. Depart. des Innern; Inspekt. f. Forstwes., Jagd u. Fischerei. Bern.

Yksityismetsäkomitean mietintö. 1926. N:o 2. Helsinki.

KOIVUN KUUTIOIMISESTA MASSATAULUKOIDEN AVULLA

POHJOIS-KARJALASTA
KOOTUN AINEISTON NOJALLA

N. A. HILDÉN

Über die Kubierung der Birke mittels Massentafeln
Basiert auf Material aus Nord-Karjala

REFERAT

HELSINKI 1926

HELSINKI 1926
SUOMAL. KIRJALL. SEURAN KIRJAPAINON O. Y.

Sisältö.

		S.
I	**Puiden kuutioimisesta yleensä**	1
II	**Katsaus tärkeimpään massataulukoita käsittelevään kirjallisuuteen.**	
	A. Massataulukot, joissa muotoa ei oteta huomioon	3
	B. Massataulukot, joissa muoto otetaan huomioon	6
	C. Suomalaisen koivun kuutioiminen massataulukoiden avulla	8
III	**Tutkimusaineiston kokoaminen.**	
	A. Koemetsiköiden valinta ja kuvaaminen	10
	B. Koepuiden mittaaminen	19
IV	**Kootun aineiston käsittely.**	
	A. Koepuiden kuutioiminen	26
	B. Rinnankorkeusläpimitan kelpoisuuden tutkiminen	26
	C. Perusläpimitan uuden mittakorkeuden määrääminen	33
V	**Massataulukko**	43
VI	**Laaditun massataulukon käyttökelpoisuuden tutkiminen.**	
	A. Vertailu omaan aineistoon	52
	B. Vertailu vieraaseen aineistoon	54
	Kirjallisuusluettelo	60
	Saksankielinen referaatti	62

Aiheen esillä olevaan tutkimukseen on antanut ylijohtaja, prof. A. K. Cajander, joka lisäksi on työtäni edistänyt arvokkaalla ohjauksellaan. Professorit Eino Saari ja Yrjö Ilvessalo sekä fil. maist. Erkki Laitakari ovat työni suhteen antaneet monta ystävällistä neuvoa; samoin tohtori Erik Lönnroth, joka lisäksi esimiehenäni on järjestänyt minulle aikaa aineiston kokoamiseen ja muokkaamiseen. — Mainituille henkilöille sekä Suomen Metsätieteelliselle Seuralle, joka on tutkimukseni ottanut julkaisusarjaansa, pyydän lausua kunnioittavat kiitokseni.

Tekijä.

I. Puiden kuutioimisesta yleensä.

Puunrungon kuutioimismenetelmien keksiminen ja kehittäminen on ollut metsänarvioimistieteen ensimmäisiä tehtäviä. Puun arvon kasvaessa ovat myös vaatimukset kasvaneet menetelmien tarkkuuteen nähden, samalla kuin on pyritty keksimään yhä yksinkertaisempia ja halvempia menetelmiä tarkoituksen saavuttamiseksi.

Kuutioimistyössä ovat alunperin tulleet käytäntöön jo aikaisemmin matematiikasta tunnettujen mittausopillisten kappaleiden kuutioimiskaavat, joiden muotoa ja käyttöä on sovellettu puun rungon erikoisten ominaisuuksien mukaan. Kun opittiin kuutioimaan puu useana pätkänä, voitiin kuutiomäärä suhteellisen helposti laskea erinomaisen tarkkaan. Vertaamalla näin saatuihin, absoluuttisia arvoja lähenteleviin lukuihin erilaisten kaavojen antamia tuloksia voitiin kaavojen käyttöarvoa tarkastaa. Täten saatiin k a a d e t u n p u u n kuutioiminen ratkaistuksi tyydyttävällä tavalla.

Sensijaan pysyi p y s t y p u i d e n kuutioiminen pulmallisena kysymyksenä. Tosin yksityisen pystypuun kuution määrääminen harvoin on tarpeellista, mutta metsiköitä kuutioitaessa on asialla suuri merkitys, koska koepuiden kaataminen ei aina ole mahdollista. Kaadettua puuta varten kehitetyt kuutioimismenetelmät eivät yleensä sovellu pystypuiden kuutioimiseen, sillä tarvittavat läpimitat eivät enimmäkseen ole maasta käsin mitattavissa, joten niiden selville saamiseksi on turvauduttava joko epämukaviin ja kalliisiin, tai myös vähemmän tarkkoihin keinoihin. Erikoisesti pystypuiden kuutioimista varten on kyllä keksitty eräitä menetelmiä, jotka ajatukseltaan muistuttavat kaadetun puun kuutioimiskaavoja. Näistä mainittakoon klassillisena esimerkkinä Pressler-in tähtäyskorkeusmenetelmä. Kuitenkin voinee sanoa, että yksityisen pystypuun tarkka ja nopea kuutioiminen yhä on katsottava ratkaisemattomaksi tehtäväksi.

M e t s i k ö i t ä tieteellisen tarkasti kuutioitaessa käytetään etupäässä kaadettujen koepuiden mitattuihin kuutiomääriin perustuvia menetelmiä.

Käytäntöä varten ovat nämä kuitenkin usein liian monimutkaisia, joten nopeammat ja halvemmat menetelmät ovat edullisempia, vaikka saavutettu tarkkuus voi ollakin pienempi. Ennen muita tulevat kysymykseen n.s. muotoluku- ja massataulukot, jotka perustuvat aikaisemmin suoritettuihin mittauksiin ja edustavat keskiarvoja niistä.

Muotoluvulla tarkoitetaan, kuten tunnettua, suhdelukua, joka ilmoittaa puun todellisen kuutiomäärän suhteen vertauslieriöön, jolla on sama pohjapinta-ala ja korkeus kuin puulla. Jos siis muotoluku tunnetaan, voidaan luonnosta mitatun puun kuutiosisältö saada tietää, kun tiedetään puun pituus ja perus-(rinnankorkeus-)läpimitta. Sen mukaan miltä korkeudelta perusläpimitta mitataan ja miten menetellään tämän läpimittakohdan alapuolella olevan kuutiomäärän suhteen, erotetaan muotolukuja useita eri lajeja. Koskeivät muotoluvut meillä eikä muuallakaan Pohjoismaissa ole tulleet käytäntöön, sivuutetaan ne tässä, viittaamalla metsänarvioimisen oppikirjojen perusteelliseen esitykseen. (Vrt. esim. MÜLLER 1902, s. 201 tai v. GUTTENBERG 1925, s. 121.) Muotolukujen käytössä on hankaluutena se, ettei kuutiomäärää saada suorastaan, vaan on ensin suoritettava laskutoimituksia. Lähinnä kai tämän epäkohdan takia ovat muotoluvut monella taholla saaneet väistyä massataulukoiden tieltä, etenkin kun tarkkuus on jotenkin sama.

Massataulukoista saadaan puun kuutiomäärä suorastaan tietää, kun vain tunnetaan määrättyjä kuutioitavan puun mit oja ja ominaisuuksia. Näiden mukaan voidaan erottaa kahdenlaisia massataulukoita, nimittäin sellaisia, joiden käyttö edellyttää vain pituuden ja läpimitan tuntemisen sekä sellaisia, joiden käyttöön lisäksi vaaditaan jonkun tavalla tai toisella määritellyn muototekijän tuntemista.

Mainitut kohdat jakoperusteina luodaan seuraavassa lyhyt katsaus tärkeimpään massataulukoita käsittelevään kirjallisuuteen. Katsoen sen suureen runsauteen on ollut pakko rajoittaa esitys käsittämään vain tärkeimpiä teoksia ja sellaisia, joilla meikäläisissä oloissa voi olla merkitystä.

II. Katsaus tärkeimpään massataulukoita käsittelevään kirjallisuuteen.

A. Massataulukot, joissa muotoa ei oteta huomioon.

Massataulukkoajatuksen varsinaisena perustajana pidetään Cottaa, joka v. 1804 ilmestyneessä teoksessaan »Systematische Anleitung zur Taxation der Waldungen» s. 121 esittää sen ajatuksen, että samanlaisissa olosuhteissa kehittyneet puut, jotka ovat saavuttaneet saman pituuden ja saman vahvuuden ovat kuutiomäärältään jotenkin yhtä suuret. Vertaamalla suurta joukkoa niin yhden- kuin erilaisissa oloissa kehittyneitä runkoja on mahdollista saada keskiarvoja, joiden avulla voidaan kuutioida puu, jos vain tunnetaan sen pituus ja läpimitta. — Cotta sovelsikin ajatustaan laatimalla eräälle pyökkimetsälle tällaisen taulukon, jota hän nimitti kokemustaulukoksi. Argumentteina ovat siinä puun pituus ja ympärysmitta 4 à 5 jalan korkeudelta maasta. Taulukkoa laatiessaan on Cotta kaatanut koepuita ja määrättyään niiden kuutiosisällön on hän saadut arvot tasoittanut keskenään ja sitten interpoloimalla tarpeelliset väliarvot laatinut lopullisen massataulukkonsa.

Cottan aloitteen jälkeen kului useita vuosikymmeniä, ennenkuin hänen ajatustaan määrätietoisesti alettiin soveltaa käytäntöön. Vasta v. 1846 ilmestyivät nimittäin ensimmäiset massataulukot, joiden perustana oli riittäväksi katsottu aineisto ja joilla myös tuli olemaan erinomaisen suuri käytännöllinen merkitys. Nämä Baijerin hallituksen toimesta laaditut taulukot, nimeltään »Massentafeln zur Bestimmung des Inhaltes der vorzüglichsten teutschen Waldbäume», perustuvat aineistoon, joka käsittää 40,220 runkoa. Tutkitut puulajit ovat: kuusi, jalokuusi, mänty, lehtikuusi, pyökki, tammi ja koivu; kullekin on laadittu oma massataulukkonsa. Koepuut ovat kuutioidut pätkittäin, pätkän pituuden ollessa riippuvainen puun koosta, korkeintaan kuitenkin 10 jalkaa. Kanto on jätetty huomioon ottamatta, sen korkeus on $^1/_2$—$1\,^1/_2$ jalkaa, riippuen puun vahvuudesta. Lehtipuilla ja männyllä on oksapuu 1 tuumaan asti

luettu mukaan, kun taas kuusella, jalokuusella ja lehtikuusella on otettu lukuun vain runkopuu kannosta huippuun. Perusläpimitta on mitattu $4\,^1/_2$ jalan korkeudelta maasta. Tasoituksen helpottamiseksi on aineisto jaettu ensinnäkin pituusluokkiin intervallin ollessa 10 jalkaa ja läpimittaluokkiin intervallina 1 tuuma, sekä lisäksi 30 vuoden ikäluokkiin, tarkoituksella laatia kullekin ikäluokalle oma massataulukkonsa. Kuhunkin muodostettuun luokkaan joutuneiden koepuiden muotolukujen aritmeettiset keskiarvot on laskettu ja tasoittamalla nämä keskenään graafisesti ja interpoloimalla tarpeelliset väliarvot on saatu lopulliset keskimuotoluvut, joiden avulla itse taulukot on voitu laskea. Lopullisissa taulukoissa ei kuitenkaan ole käytetty alkuperäistä ikäluokkajakoa, vaan on tyydytty kahteen luokkaan, ikärajana 90 v.; koivulla on kuitenkin vain yksi ikäluokka.

Massataulukkoajatuksella oli ensi alkuun useita periaatteellisia epäilijöitä, jotka erikoisesti arvelivat, ettei massataulukoissa riittävästi voi ottaa huomioon muotoon vaikuttavia seikkoja, nimenomaan ikää. Kuitenkin osoittautuivat b a i j e r i l a i s e t massataulukot erinomaisen käyttökelpoisiksi, tullen myöhemmin metrimittaankin muunnetuiksi (BEHM 1886). Massataulukoiden näin päästyä käytäntöön julkaisivat lukuisat saksalaiset tutkijat massataulukkoteoksia eri puulajeille koettaen lisätä tarkkuutta ottamalla tarkemmin huomioon erilaiset asiaan vaikuttavat tekijät, kuten esim. tekemällä ikäluokat ahtaammiksi, erottelemalla maantieteellisiä alueita, ottamalla huomioon metsikkömuodon y.m.s. (Vrt. näiden suhteen esim. MÜLLER 1902, s. 273.) Myöhemmin otti Saksan metsätieteellisten koelaitosten liitto tehtäväkseen massataulukoiden uudistamisen eri osista maata yhdenmukaisten menetelmien mukaan kootun aineiston nojalla. Täten syntyi joukko eri tekijöiden julkaisemia massataulukoita, joita laadittaessa ei kuitenkaan mainittavia uusia näkökohtia ole tuotu esille. Näiden suhteen viitataan GRUNDNER—SCHWAPPACHin massataulukkokokoelmaan, joka on yhdistelmä niistä (1922). Siinä on myös lyhyesti selostettu aineiston laatu ja taulukoita laadittaessa noudatetut työmenetelmät. Näissä, samoinkuin saksalaisissa massataulukoissa yleensä, on lukuisia aputaulukoita, joiden avulla voidaan määrätä kuoren ja tärkeimpien tavaralaatujen osuus kuutiomäärästä. Huomattava on, että saksalaisista taulukoista useimmiten saadaan puun kuutiomäärä oksineen kaikkineen, mutta ilman kantoa.

Massataulukot ovat K e s k i - E u r o o p a s s a saaneet suuren käytön. Enimmäkseen niitä käytetään metsätalouden järjestelyn yhteydessä

esiintyviin y.m. sentapaisiin kuutioimisiin, joissa absoluuttista tarkkuutta ei vaadita. Sikäläisen intensiivisen metsätalouden yhteydessä on myös helppo suorittaa erilaisten taulukoiden käyttöarvon suhteen vertailuja ja monesta tarjolla olevasta taulukosta valita se, joka paraiten vastaa paikallisia oloja.

P o h j o i s m a i s s a kesti kauan, ennenkuin ilmeni luotettavien massataulukoiden tarvetta. Tilapäisiin tarpeisiin käytettiin kauvan ulkomaiseen, etupäässä saksalaiseen aineistoon nojaavia taulukoita. Oltiin kuitenkin tietoisia siitä, ettei luotettavia tuloksia näin ollut odotettavissa. Ajateltakoonpa vain mikä ero on esim. pohjoismaisen ja keski-eurooppalaisen männyn muodolla.

Ensimmäisinä on mainittava ruotsalaisen WESTBERGin (1895, s. 18) massataulukot, joiden perusaineistona on noin 12,000 kaadettua mäntyä ja kuusta. Argumentteina ovat niissä rinnankorkeusläpimitta ja »kasvullisuusaste», joka saadaan selville erikoisesta aputaulukosta, kun tunnetaan pituus ja ikä.

Norjassa ovat laajalti olleet käytännössä ØVERLANDin laatimat massataulukot (vrt. esim. BARTH 1921, s. 32) aina viime aikoihin asti. Nykyvuosina on EIDE ryhtynyt tutkimaan männyn ja kuusen kuutiosisältöä käyttäen julkaisuissaan (1923 a ja b, 1925) toisenlaista työmenetelmää kuin aikaisemmat massataulukoiden laatijat. Massataulukoiden perustana on hänellä nim. metsikön, eikä yksityisen puun kuutiomäärä. Koepuiden nojalla on vain saatu selville eri koemetsiköiden keskimääräiset kuutiotekijät. (EIDE on tasoituksissa käyttänyt muotokorkeutta, t.s. rinnankorkeusmuotoluvun ja pituuden tuloa.) Tasoittamalla eri metsiköille saadut arvot yhdeksi kokonaisuudeksi on EIDE saanut lopulliset massataulukkonsa laadituiksi. Perusaineistona on hänellä 24 mänty- ja 36 kuusikoealaa, joiden avulla massataulukkotyö on suoritettu. EIDE on tehnyt lukuisia vertailukuutioimisia ja saanut metsikköihin nähden virheet pysymään erinomaisen ahtaissa rajoissa, vieläpä kyseen ollessa hyvinkin poikkeuksellisista oloista ja metsikkömuodoista.

S u o m e s s a ei ole suoritettu mainittavampia massataulukkotöitä, vaikka tiettävästi jo esim. BLOMQVIST (1872) mänty-, kuusi- ja koivuaineistojensa nojalla suhteellisen helposti olisi voinut laatia massataulukoita. Samoin ovat myöhemminkin kootut aineistot jääneet toistaiseksi tähän tarkoitukseen käyttämättä (esim. ILVESSALO, Y. 1920). Ainoana tunnettuna kotimaisena työnä ovat mainittavat CAJANUKSEN (vrt. ILVESSALO, Y. 1923, s. 56 ja 126) varsin omaperäiset paikalliset massataulukot kolmelle pääpuulajillemme. Näissä on pituus jätetty huomioon ottamatta,

sen sijaan on eri metsätyypit erotettu toisistaan. Suoritetut tutkimukset ovat osoittaneet läpimitan ja pituuden välisen riippuvaisuussuhteen samalla metsätyypillä siksi suureksi, että tällainenkin menetelmä, kun on kyseessä joukkokuutioiminen, antaa tyydyttäviä tuloksia.

B. Massataulukot, joissa muoto otetaan huomioon.

Halu laatia massataulukot, joilla olisi laajemmat käyttömahdollisuudet ja joista yksityisen puunkin kuutiomäärä tulisi tarkkaan määrätyksi, synnytti ajatuksen ottaa käytäntöön pituuden ja läpimitan ohella joku muototekijä, joka tavalla tai toisella voidaan kuutioitavan puun suhteen määrätä.

Näiden menetelmien tienraivaajana esiintyi itävaltalainen SCHIFFEL, joka puunrungon muodon määräämiseksi otti käytäntöön (1899) ylempien, etupäässä neljännes- ja puolen korkeuden, läpimittojen suhteen rinnankorkeusläpimittaan. Hän havaitsi, että jos puilla joku näistä »muotosuhteista» (*Formquotient*) on sama, puut kapenevat lähimain samalla tavalla. Kuutioimisessa apulukuna käytettäväksi ehdotti SCHIFFEL puolelta korkeudelta mitatun läpimitan suhdetta tyvilaajeneman vaikutuksesta vapautettuun rinnankorkeusläpimittaan. Muodostettuaan tämän suhteen suuruuden mukaan n.s. muotoluokkia, joissa muotosuhde vaihtelee 0, 54:stä 0, 84:ään kahden sadasosan intervalleilla, laati SCHIFFEL massataulukot, joista puun kuutiomäärän ohella saadaan tietää sen kapeneminenkin, kun tunnetaan pituus, rinnankorkeusläpimitta ja muotoluokka. Tällaiset taulukot on SCHIFFEL laatinut kuuselle (1899), lehtikuuselle (1905), männylle (1907) ja jalokuuselle (1908).

SCHIFFELin menetelmän heikkoutena on se, että muotoluokan määrääminen tuottaa vaikeutta. Koepuiden kaataminen ei aina ole mahdollista ja loukkaa sellaisenaan jo massataulukoiden käytön perusajatuksia. Käytettäviksi suositellut dendrometrit lienevät varsin vähän tyydyttäneet käytännön vaatimuksia, joten muotoluokka useinkin jää silmämääräisen arvion varaan, jossa apuna kuitenkin on metsikön sulkeutuneisuus.

Pääasiassa SCHIFFELin muotosuhteeseen nojaten on KRÜDENER (1908—1910) hyvin suuren aineiston avulla laatinut massa- ja kapenemistaulukoita Keski-Venäjän koivulle. Hän ei kuitenkaan erota numeerisia muotoluokkia, kuten SCHIFFEL, vaan jakaa latvuksen suuruuden ja muodon mukaan puut neljään tyyppiin, jotka metsässä ovat helposti toisistaan eroteltavissa. Välttääkseen iän vaikutusta on KRÜDENER vielä jakanut

metsät valtapuukeskikorkeuden mukaan neljään eri ryhmään käsitellen kutakin erikseen.

Myös käyttäen SCHIFFELin puolen korkeuden muotosuhdetta on MAASS laatinut (1908 & 1911) massataulukot männylle ja kuuselle Ruotsista kokoamansa aineiston nojalla. MAASS käyttää taulukoissaan laajempaa muotoluokan intervallia kuin SCHIFFEL. Muotoluokan määräämiseksi hän suosittelee puiden mittaamista latvakaulaimella 6 m korkeudelta, jolloin erikoisesta aputaulukosta saadaan selville muotoluokka.

Laajan käytön edellisiin verrattuina ovat Pohjoismaissa saavuttaneet JONSONin massataulukot (1918), jotka nojautuvat hänen tutkimuksiinsa (1910, 1911 ja 1912) kuusen ja männyn muodosta. JONSON osoittaa ensinnäkin, että SCHIFFELin muotosuhde ei ole teoreettisesti tyydyttävä, koska se eripituisilla puilla ei ole verrannollinen. Tämän haitan poistamiseksi hän ehdottaa, että ylempi läpimitta on mitattava rinnankorkeuden ja latvan puolivälistä, jolloin suhde tulee lyhyemmilläkin puilla verrannolliseksi pitkien puiden vastaavaan lukuun. Tällöinkin säilyy vielä se epäkohta, että perusläpimitan kiinteä mittakorkeus eripituisilla puilla sijaitsee eri prosenttisella korkeudella. — JONSON on kehittämällä HÖJERin esittämää runkokäyrän analyyttistä yhtälöä saanut lausekkeen, jonka edustama käyrä näyttää liittyvän todelliseen runkokäyrään ja jonka nojalla mikä tahansa läpimitta rungolla voidaan laskea, kun vain tunnetaan puun rinnankorkeusläpimitta, pituus ja muotoluokka. Nojaten tähän yhtälöön on JONSON voinut laatia massataulukkonsa erinomaisen suppean aineiston varassa. — HÖJER-JONSONin lauseketta edustavan runkokäyrän muodon mukaan on perusedellytyksenä kaikelle JONSONin taulukoiden käytölle, että rinnankorkeusläpimitta on täysin vapaa tyvilaajeneman vaikutuksesta.

JONSON määrää (1912) muotoluokan epäsuorasti, suorittamatta ylempänä rungolla vahvuusmittauksia. Hänen *muotopistemenetelmänsä* nojaa kuten tunnettua teoriaan, jonka mukaan tuuli puun runkomuodon rakentajana olisi määräävä tekijä. Koska tuulen vaikutus runkoon on verrannollinen latvuksen kokooon ja muotoon, voidaan viimemainittuja pitää runkomuodon kriteerioina ja niiden mukaan arvioida muotoluokkakin. Itse muotopisteen ja muotoluokan arvioiminen lienee siinä määrin tunnettu, että se voidaan tässä sivuuttaa viittaamalla JONSONin esitykseen (esim. 1918, s. 5). Koska JONSONin taulukot meilläkin ovat saavuttaneet laajan käytännön, lienee syytä hieman käsitellä niitä lukuisia tutkimuksia, jotka selvittelevät massataulukoiden ja niiden käytön ydinkohdan, muotopistemenetelmän kelpoisuutta.

Ensinnä on mainittava MATTSSON (1917 a), joka on lukuisissa täysitiheissä männiköissä suorittanut muotopisteen arvioimisia ja vertailuja todellisiin, mitattuihin muotoluokkiin. Koko metsikön muotoluokan on MATTSSON kyllä muotopisteen nojalla onnistunut tyydyttävästi määräämään, mutta yksityisiin puihin nähden on tulos ollut kielteinen; muotopisteen avulla arvioidun ja mitatun muotoluokan on havaittu olevan toisistaan melkein riippumattomia. — PETRINI (1918, s. 619) on tutkiessaan kuusta tullut samantapaisiin tuloksiin kuin MATTSSON mäntyyn nähden. PETRINI ei kuitenkaan ole onnistunut määräämään tutkimiensa kuusien kokonaissummaakaan muotopisteen nojalla tyydyttävästi, vaan on havainnut n. 3 prosentin systemaattisen minusvirheen kuutiomäärässä. Yksityisten puiden suhteen ovat virheet hyvin tuntuvia, aina 30 %, joten PETRINI ei tämän takia voi suositella JONSONin massataulukoita käytettäviksi yksityisten puiden kuutioimiseen. — LAKARI (1920 c) on tutkiessaan Lapin männyn muotoa myös kiinnittänyt huomionsa muotopisteen avulla arvioidun ja todellisen muotoluokan väliseen suhteeseen ja havainnut, että on hyvin vaikea muotopisteen nojalla määrätä muotoluokkaa. — EIDE (1923 b, s. 53) on muotopistemenetelmän suhteen tullut aivan kielteiseen tulokseen ja huomannut, että yksinkertaisia massataulukoita käyttäen saadaan helpommin tulos, joka on lähempänä oikeata.

Selostetut tutkimukset viittaavat siihen, että JONSONin menetelmät eivät ole kyenneet ratkaisemaan kysymystä yksityisen pystypuun tyydyttävästä kuutioimisesta ja että metsiköiden kokonaisummakin useimmiten yhtä tyydyttävästi tai ehkä paremminkin voidaan paljon helpommin saada yksinkertaisista massataulukoista, ottamatta ollenkaan kuutioitaessa huomioon muotoa. Lukuisat havainnot osoittavat kuitenkin JONSONin taulukoiden olevan käyttökelpoisia, milloin muotoluokka tarkasti voidaan määrätä ja rinnankorkeusläpimitta on vapaa tyvilaajenemán vaikutuksesta. Varmasti on niiden käyttöä tuntuvasti lisäämässä se, että niihin liittyvät kapenemistaulukot tekevät mahdolliseksi arvioida metsästä saatavan hakkaustuloksen. Hyvä puolensa on taulukoilla myös siinä, että ne ovat tarkoitetut käytettäviksi kaikenlaisille metsille, riippumatta iästä, puulajista, kasvupaikasta t.m.s.

C. Suomalaisen koivun kuutioiminen massataulukoiden avulla.

Suoritetut tutkimukset (MAASS, JONSON ja EIDE) ovat selvitelleet havupuittemme runkomuotoa ja kuutioimista oloissa, jotka ovat verrannollisia meikäläisiin, joten näiden tutkimuksien nojalla laaditut massa-

taulukot ovat suuresti katsoen voineet tyydyttää suomalaistenkin käyttäjien vaatimuksia.

Toisin on kolmannen pääpuulajimme laita. Koivun kuutioimista ei meikäläisiin verrattavissa oloissa liene sanottavasti tutkittu. Ainoat kirjallisuudesta löydettävät koivumassataulukot ovat ennenmainittuihin baijerilaisiin massataulukkoihin sisältyvät sekä Krüdenerin julkaisemat. Lienee kuitenkin varmaa, että nämä taulukot edustavat meikäläisistä oloista aivan poikkeavia kasvuedellytyksiä, minkä esim. hyvin huomaa tarkastellessaan Krüdenerin teoksiin liittyviä valokuvia.

Suomalaisen koivun kuutioimista varten jäävät jälelle siis vain Jonsonin massataulukot, jotka kuten mainittu ovat tarkoitetut käytettäviksi kaikille puulajeille. Ne lienevätkin tulleet yleiseen käytäntöön koivikoitamme kuutioitaessa. Tekijällä ei kuitenkaan ole tiedossaan mitään tutkimusta, joka selvittelisi Jonsonin menetelmien kelpoisuutta koivuun nähden. Havupuiden suhteen saavutetut tulokset viittaavat kuitenkin siihen, että olisi syytä tutkia koivunkin ominaisuuksia, ennenkuin Jonsonin menetelmät otetaan käytäntöön tätä puulajia kuutioitaessa.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on osaltaan selvittää koivun kuutioimista. Tekijän toimipaikka ja siihen liittyvä sopiva koepuiden saanti toi tutkimusesineeksi erikoisesti pohjois-Karjalan koivun. Katsoen siihen, että pohjois-Karjala useista syistä on tärkeimpiä taloudellista arvoa omaavia koivumetsäalueitamme, on sikäläisen koivun tutkiminen epäilemättä oikeutettua ja tarpeellistakin.

III. Tutkimusaineiston kokoaminen.

A. Koemetsiköiden valinta ja kuvaaminen.

Yliopiston metsänarvioimisen harjoitustöiden yhteydessä suoritettiin v. 1924 melkoisia linjanhakkuita, osaksi koskemattomassa metsässä, osaksi umpeen kasvaneita rajalinjoja avattaessa. Kyseessä olevat metsät sijaitsevat Pielisjärven pitäjän pohjois-osassa ja kuuluvat Jongunjoen hoitoalueen valtionmaihin. Koska linjanhakkuiden pääosa sattui metsäseudulle, jossa koivu viljalti esiintyy sekapuuna ja usein puhtainakin metsikköinä, tarjosivat kaadetut linjakoivut tilaisuuden mukavaan koepuiden saantiin.

Mitattaviksi aiotut puut olivat siis jo aikaisemmin kaadetut, mikä aiheutti melkoisen rajoituksen koemetsiköiden valinnassa. Kaikissa metsiköissä, joissa linjakoivuja oli kaatunut, ei kuitenkaan mittauksia suoritettu syystä, että monessakin oli kaadettu vain muutama puu, joten koemetsiköiden lukumäärä olisi paisunut kovin suureksi. Metsikön laatuun ei kiinnitetty huomiota, vaan koetettiin saada erilaiset esiintyvät luonnonmetsiköt aineistoon edustetuiksi. Yleensä eivät koemetsiköt metsikkömuodoltaan suuresti vaihdelleet, lukuun ottamatta niitä metsiköitä, joissa aikaisemmin oli suoritettu myyntihakkauksia. Mutta näissäkin lienevät ne olosuhteet, joissa puut alunperin ovat kehittyneet, olleet muihin metsikköihin varsin verrannollisia, eivätkä muutama vuosi sitten toimitetut hakkaukset vielä liene mitään merkittävää vaikuttaneet esim. jäljellä olevien puiden muotoon. Tämän huomioon ottaen voi sanoa, että kaikki koemetsiköt ovat saaneet kehittyä aivan luonnonvaraisina, ihmisen vaikutuksen ilmetessä pääasiallisesti vain tuohenkiskontana.

On syytä olettaa, että kaikki koemetsiköt (lukuun ottamatta korpia) ovat syntyneet entisille kaskimaille. Siihen viittaavat paikkakuntalaisten kertomukset sekä kyseessä olevan koivumetsäalueen rajoittuminen pääasiassa suuren, olosuhteisiin katsoen tiheään asutun vaaran liepeihin.

Työn kuluessa ilmeni pian, ettei linjapuista kertyisi riittävästi aineistoa. Erikoisesti oli puute järeämmistä ja myös hyvin hoikista ja pitkistä puista. Näiden saamiseksi oli osittain ryhdyttävä puita varta vasten kaatamaan, osaksi oli tilaisuus eräällä naapuristossa sijaitsevalla yksityismaalla mitata »rasiksi» kaadettuja faneeripuita, joiden joukossa oli paljon erinomaisen suuria runkoja. Koska oli tarkoituksena saada koepuita kaikilta koivulle soveltuvilta metsätyypeiltä, oli tämänkin takia pakko varta vasten kaataa koepuita; tämän vuoksi otettiin myös aineistoon mukaan kahden ylioppilaan koealoiltaan kaatamat koepuut.

Koemetsiköitä kuvattaessa merkittiin muistiin niiden sijoitus, paikan topografinen luonne, maalaji ja metsätyyppi, jonka selventämiseksi laadittiin luettelo koepuiden kasvupiirissä havaituista kasveista. Kasvilajien runsaus arvosteltiin Norrlinin asteikon mukaan (vrt. esim. Cajander 1916, s. 362). Eri lajien esiintyminen koemetsiköissä selviää s. 12—13 olevasta taulukosta I. — Itse metsikön kuvaamiseksi tehtiin havaintoja puulajisuhteista, selittämällä lyhyesti eri puulajien tärkeimmät ominaisuudet. Lisäksi tehtiin muistiinpanoja metsikön tiheydestä, terveystilasta, iästä (iän määräämisestä edempänä), kuutiomäärästä ha:lla ja eräillä koealoilla valtapuiden keskikorkeudesta. Kysymykseen tulevan silmämääräisen arvion suhteen mainittakoon, että tekijällä oli kesällä 1924 usealla kymmenellä koealalla tilaisuus totuttaa silmäänsä juuri saman tapaisiin metsikköihin samoilla seuduilla, joilla koemetsiköt sijaitsevat. Kuten tunnettua on tällainen edellä käypä harjoitus omiaan huomattavasti lisäämään arvion luotettavuutta.

Metsätyypin määräämisessä tuottivat eräät metsiköt melkoista ajattelemista. Pielisjärven pitäjä sijaitsee jo niillä leveysasteilla, joilla etelä-Suomi alkaa muuttua pohjois-Suomeksi. On siis vähemmän ihmeteltävää, että metsätyypeissäkin voi havaita pohjoisia piirteitä rinnan eteläisten kanssa. Tosin kyllä etelä-Suomen tärkeimmät metsätyypit esiintyvät usein aivan tyypillisinä, mutta erikoisesti eräät tuoreet kankaat poikkeavat tuntuvasti tavallisista metsätyypeistä, muistuttaen useissa suhteissa paksusammaltyyppiä. Tämä havainto tehtiin Helsingin yliopiston metsänarvioimisen harjoitustöiden yhteydessä Pielisjärvellä v. 1924 ja jos mahdollista vielä selvempänä esiintyi sama asia v. 1923 Rautavaaran pitäjässä suoritetuissa harjoitustöissä. Paksusammaltyypin esiintyminen ei rajoitukaan yksinomaan pohjois-Suomeen, vaan tavataan sitä paljon etelämpänäkin, aina Multialla asti (Lakari 1920 b, s. 69). Erikoisesti mainitsee Lakari (1920 a, s. 2) paksusammaltyyppiä esiintyvän Laa'an valtionmaalla Sotkamon, Paltamon ja Rautavaaran

Taulukko I. **Koemetsiköiden**
Tabelle I. Pflanzenverzeichnis

| Metsätyyppi *Waldtyp* | Koemetsikön N:o *Nr des Probebestandes* | Koemetsikön ikä *Alter des Probebestandes* | Jäkäliä *Flechten* | | | | Sammalia *Moose* | | | | | | | | | | Heiniä *Gräser* | | | | | | | | | |

kasviluettelo.

der Probebestände.

| Ruohoja *Kräuter* | | |

pitäjien rajamailla sekä Kolin huipulla. CAJANDER (1921, s. 35) mainitsee paksusammaltyypin eteläisimpänä esiintyvän Rautavaaralla ja Juuassa. — Nyt kyseessä olevia kankaita ei kuitenkaan voi pitää tyypillisinä paksusammaleisina kankaina. CAJANDER (1921, s. 35) sanookin, että paksusammaltyypistä voidaan erottaa alatyyppejä, joista eräät lähentelevät mustikkatyyppiä. Mainitut kankaat lienevätkin ensi kädessä käsitettävät tällaisiksi. Yksinkertaisuuden vuoksi tullaan tämän tutkimuksen yhteydessä käyttämään paksusammaltyypin nimeä ja lyhennysmerkkiä (HMT) kyseessä olevasta metsätyypistä.[1]

Muihin metsätyyppeihin nähden mainittakoon, että ne koemetsiköissä ovat esiintyneet jotenkin tyypillisinä, eikä niiden määrääminen ole tuottanut vaikeutta. Eri tyyppien tarkempi selittäminen ei tässä liene tarpeen, vaan viitataan yleisesti tunnettuun kirjallisuuteen, ennen muuta CAJANDERin teoksiin (esim. 1909 ja 1925).

* * *

Seuraavassa esitetään lyhyt kuvaus kustakin koemetsiköstä.

N:o 1, OMT.

Kaatiovaaran loiva pohjoisrinne. Maaperä on verraten vähäkivistä moreenia. Metsikkönä on melkein puhdas, normaalinen ja kaunis koivikko, jossa sekapuina on enemmän tai vähemmän haapaa, kuusta ja mäntyä. Metsikössä on paljon kuolleita ja kituvia yksilöitä. Kuutio-

[1] Koska tätä paksusammaltyypin alatyyppiä ei tiettävästi aikaisemmin ole kuvattu, on katsottu olevan syytä tehdä se lyhyesti tässä yhteydessä.

Tarkastellessa s. 12—13 olevaa kasviluetteloa havaitsee helposti melkoisen eroavaisuuden MT:n ja HMT:n välillä. Mustikkakankailta kokonaan puuttuvat poronjäkälät ovat säännöllisesti tavattavissa. Seinäsammalpeite on runsas ja yhtäjaksoinen, mutta käsittää harvempia lajeja, etupäässä *Hylocomium parietinum*ia. MT:llä esiintyvä *H. triquetrum* puuttuu kokonaan ja *H. proliferum*iakin näyttää olevan hiukan vähemmän. Jyrkin erо ilmenee kuitenkin ruohojen esiintymisessä, joka HMT:llä on erinomaisen niukka. Vain *Melampyrum*- lajit, *Solidago virgaurea* ja muutamat muutkin tunnetusti vähemmän vaateliaat lajit ovat löydettävissä. Sensijaan on varpukasvillisuus hyvin runsas ja lajirikas. Erikoisesti kiintyy huomio *Callun*an ja *Empetrum*in esiintymiseen. Jälkimmäistä ei ollenkaan tavata mustikkatyypillä ja *Callun*akin esiintyy harvinaisena etupäässä aukoissa.

Pielisjärven HMT-mailla kasvaa etupäässä sekametsää mutta puhtaat kuusikotkaan eivät ole aivan harvinaisia. Erittäin luonteenomainen seikka on kuusen perin hidas kasvu mikä esim. metsänhoidon ylioppilaiden ottamista koealoista selvästi kävi ilmi. Arvopuun koon näyttää kuusi saavuttavan aikaisintaan n. 140 v:n ikäisenä, huolimatta vapaasta kasvutilastakin. Kuten koemet-

määrä ha:lla[1] on 201 m³, josta koivua 82 %, haapaa 8 %, kuusta 6 % ja mäntyä 4 %. Runkoluku ha:lla on 956 kpl, josta 666 koivua, 156 haapaa, 108 kuusta ja 26 mäntyä. Metsikön ikä on n. 75 v., eri puulajit ovat keskenään jotenkin tasaikäisiä.

N:o 2, MT.

Siltavaaran jyrkänlainen koillisrinne, Marjosärkkä. Maaperä on jotenkin kivistä moreenia. Metsikkönä on koivu- mänty- kuusisekametsä, jossa alunperin alikasvoksena ollut kuusi jo alkaa tavoittaa muut puulajit. Kuutiomäärä ha:lla on n. 200 m³, josta koivua 50 %, mäntyä ja kuusta kutakin 20 % sekä haapaa 10 %. Valtapuiden keskikorkeus on n. 21 m. Koivujen ja mäntyjen ikä on n. 105 v., kuusien n. 70 v.

N:o 3, MT.

Honkalanvaaran lakimaata Marjosärkän kohdalla. Viettää heikosti etelään ja kaakkoon. Maaperä on hyvin kivikkoista moreenia, kuoppapaikoissa soistumisen alkua havaittavissa. Metsikkönä on harvahko koivu-mänty-haapa-sekametsä, jonka alla on kaikkialla kuusta. Koivut ovat verraten huonorunkoisia, osaksi ihmisten pilaamia, sensijaan havupuut ovat hyvin kauniita. Kuutiomäärä ha:lla on n. 130 m³, josta koivua n. 65 %, mäntyä 15 %, haapaa 10 % ja kuusta 10 %. Valtapuiden keskikorkeus on n. 14 m. Vallitsevan metsän ikä on n. 60 v., alimetsän n. 35 v.

N:o 4, HMT.

Marjosärkän koillisrinne, selkälinjalla. Koemetsikön kohta muodostaa pengermän jyrkällä rinteellä. Maaperä on tavallista moreenia. Metsikkönä mänty-koivu-sekametsä, jonka alla on kuusta alimetsänä. Männyt ja koivut ovat kauniita, mutta ikäänsä nähden pieniä. Kuuset

---

siköiden selitelmistä jäljempänä käy ilmi, saattaa 70-vuotiaan HMT-kuusikon valtapuiden keskikorkeus olla vain 12 m. Kuuset puhdistuvat kuitenkin ainakin osittain oksistaan eikä tutkituilla kankailla esiintynyt pohjois-Suomen tyypillistä lieriömäistä latvusmuotoa. Kuitenkin saattoi esim. Issanvaaran talosta Heikkilänvaaran metsänvartijantorppaan menevän tien varrella havaita nyt kuvatulla HMT:llä aivan tyypillisiä paksusammalkuusia. Nämä olivat kuitenkin hyvin vanhoja, joten koemetsiköiden suhteellisen nuori ikä ehkä selittää tämän latvustyypin puuttumisen niistä. — Mänty ja koivu kasvavat HMT:llä huomattavan hyvin ja kehittävät solakan ja oksistaan korkealle puhdistuneen rungon. Tässä suhteessa näyttää HMT:n koivu eroavan varsin jyrkästi VT:llä ja sitä huonommilla mailla kasvaneesta koivusta. Varsin luultavaa on kuitenkin että männyn ja koivun kasvu HMT:llä on hitaampi, kuin MT:llä.

[1] Numerotiedot perustuvat metsänhoidon ylioppilaiden O. Andersénin ja P. Vähäkallion koealoillaan suorittamiin mittauksiin.

ovat hyvin kituvan näköisiä. Eräs suurimpia kuusia oli kannosta läpimitaten 22 cm ja sen ikä oli 105 v. Kuutiomäärä ha:lla on n. 140 m³, josta mäntyä 40 %, koivua 40 % ja kuusta 20 %. Mäntyjen ja koivujen ikä on n. 120 v., kuusien 90—110 v.

N:o 5, Korpi.

Mustanpuron luona selkälinjalla oleva puronvarsikorpi, joka heikosti viettää pohjoispuolella olevalta rämeeltä eteläpuolella virtaavaan puroon. Mutakerros on noin 0.3—0.5 m vahva, paikoin on suuria kiviä näkyvissä, paikoin melkoisia *Sphagnum*-mättäitä. Metsikkönä on jotenkin tasamittainen koivu-kuusi sekametsä, aikoinaan on muutamia suuria mänty-ylispuita ollut joukossa. Kuuset ovat osittain hyvin kituvia; koivut ovat hyvin vahvoja, mutkarunkoisia ja kuivien oksien haittaamia puita. Kuutiomäärä on n. 60 m³ ha:lla, josta puolet koivua, puolet kuusta. Kuusien ikä on n. 130 v., koivut ovat luultavasti vanhempia, mutta niiden ikää ei ole voitu määrätä.

N:o 6, MT.

Honkalanvaaran loiva itärinne Pyykön asumuksen kohdalla. Maaperä on kivistä moreenia. Metsikkönä on harvahko koivu-kuusi-sekametsä, joukossa yksityisiä mäntyjä ja haapoja. Alikasvoksena on tiheänlainen kuusikko. Vallitsevan metsän puut ovat melko kaunismuotoisia. Kuutiomäärä ha:lla on n. 150 m³, josta koivua 50 %, kuusta 30 % sekä 10 % mäntyä ja haapaa kumpaakin. Vallitsevan metsän ikä on n. 55—60 v., alikasvoksen n. 30 v.

N:o 7, MT.

Honkalanvaaran valtionmaanpuoleinen laki ja loivahko koillis-pohjois-luoteisrinne. Maaperä on verraten kivetöntä moreenia. Vallitsevana metsänä on koivikko, joukossa yksityisiä mäntyjä ja haapoja sekä pikkumetsikköinä kuusta. Alimetsänä on kaikkialla harvakseltaan kuusta ja paikoin leppää. Koivujen joukossa on runsaasti komeita, solakoi a, suorarunkoisia arvopuita. Kuutiomäärä ha:lla on n. 180 m³, josta koivua 70 % sekä mäntyä, kuusta ja haapaa yhteensä 30 %. Valtapuiden ikä on n. 100 v., alikasvoksen 50—60 v.

N:o 8, OMT.

Honkalanvaaran valtionmaanpuoleinen jotenkin jyrkkä pohjoisrinne. Maaperä on melkoisen kivikkoista moreenia. Metsikkönä on mitä komein koivikko, jossa alikasvoksena on haapaa ja kuusta. Koivut ovat korkeimpia ja kauneimpia, mitä paikkakunnalla tapaa. Sekä puilla että kasvipeitteellä on erikoisen rehevä luonne. Kuutiomäärä ha:lla on n. 300 m³, josta koivua n. 80 %, loput kuusta ja haapaa. Valtapuiden keskikorkeus on n. 24 m. Koivujen ikä on n. 100 v., kuusien n. 70—80 v.

N:o 9, MT.

Koemetsikön N:o 8 rinnalla, valtionmaan rajan kohdalla. Metsikön muodostaa harvanlainen koivikko, jossa sekapuuna on hieman mäntyä ja haapaa; alla on tiheä kuusi-alimetsä. Kuutiomäärä ha:lla on n. 160 m³. Valtapuiden keskikorkeus on n. 14 m. Koivujen ikä on noin 65—70 v.

N:o 10, OMT.

Koemetsikön N:o 9 rinnalla, mutta yksityismaalla. Metsikkönä on harvinaisen kaunis, ihanteellisen luonnonnormaalinen aivan puhdas koivikko, jossa aukkoja ei ole laisinkaan. Kuutiomäärä ha:lla on n. 120 m³, metsikön ikä on koepuiden mukaan 27—31 v. Valtapuiden keskikorkeus on n. 11 m.

N:o 11, HMT.

Särkilammen kankaalla kaakosta luoteeseen kulkeva rajalinja. Maaperä on kivistä moreenia, hieman aaltoilevaa. Rajalinja on ollut aivan umpeen kasvanut. Metsikkönä on kahden puolen harvanlainen mänty-koivu-sekametsä, kumpaakin puulajia suunnilleen yhtä paljon. Kaikkialla on kuusialimetsä, joka on hyvin kitukasvuista vallitsevan metsän aukoissakin. Kuutiomäärä ha:lla on n. 150 m³, josta mäntyä ja koivua kumpastakin 40 % ja kuusta 20 %. Valtapuiden keskikorkeus on n. 18 m. Pisimmät kuuset ovat vain n. 12 m pitkiä. Mäntyjen ja koivujen ikä on n. 75 v., kuusien hieman pienempi.

N:o 12, OMT.

Kangasnotkelma pienen Itävaaran rinteellä, samalla rajalinjalla, kuin N:o 11. Maaperä on kivistä moreenia, hiukan soistunutta. Metsikkönä on varteva koivu-kuusi-haapa-sekametsä, jossa etenkin koivut ja kuuset ovat nopeakasvuisia ja kauniita. Kuutiomäärä on n. 200 m³ ha:lla, josta koivua 40 %, kuusta 40 % ja haapaa 20 %. Metsikön ikä on n. 65 v.

N:o 13, MT.

Itävaaran valtionpuoleinen loiva pohjois koillis-itärinne. Maaperä kivikkoista moreenia. Metsikkönä on aivan puhdas, erinomaisen kaunis koivikko. Puut ovat korkealle oksistaan puhdistuneita, suurimmat ovat ensi luokan arvopuita. Alikasvoksena on harvassa kuusia. Kuutiomäärä ha:lla on n. 200 m³, josta 90 % koivua ja 10 % kuusta. Valtapuiden keskikorkeus on n. 20 m. Metsikön ikä on n. 70 v.

N:o 14, HMT.

»Uramon kankaita» Siltavaaran kylän Iisakkilan talon maalla. Tasaisenlainen, hiukan aaltoileva kangasmaa. Maaperä on vähäkivistä, hyvin hienojakoista moreenia. Metsikkö vaihtelee kan-

kaan eri osissa, paikoin on mänty enemmän voitolla, paikoin koivu ja paikoin puuttuvat mainitut puulajit kokonaan kaikkialla esiintyvän jotenkin kitukasvuisen kuusikon yläpuolelta. Osalla kangasta on sattunut kulo pari vuotta sitten. Koivut ovat säilyneet aivan eheinä, kuuset sensijaan ovat kuolleet. Metsiköstä on faneeripuiksi kaadettu kaikki suuret koivut, joten on vaikea arvostella metsikön alkuperäistä kuutiomäärää, mikä lienee ollut 150—200 m³, josta koivua 40—50 %. Koivujen ikää ei kannosta voi lukea, mutta koivujen kanssa nähtävästi yhdenikäiset männyt ovat n. 130 v. vanhoja. Kuusialikasvos on n. 80—90 v.

N:o 15, Korpi.

Puronvarsikorpi (Kerkkulan puro) Iisakkilan maalla. Turvekerros on n. $^1/_2$ m vahva. Puron pohjasta päättäen on alla hyvin kivikkoinen moreeni. Metsikkönä on kannoista päättäen ollut aikoinaan komea korpikuusikko, jossa koivu on ollut sekapuuna yhdessä haavan kanssa. Kuuset on aikaisemmin kaadettu ja suurimmat koivut on nyt kaadettu faneeripuiksi. Kuutiomäärä on nyt n. 90 m³ ha:lla, mutta lienee ennen hakkauksia ollut hyvin korkea. Koivujen iän lukeminen on mahdotonta, kuusien ikä on ollut n. 150—200 v.

N:o 16, MT.

Mustanvaaran rinne Iisakkilan maalla keskimmäisen Mustanlammen kohdalla. Viettää tasaisen loivasti etelää kohti. Maaperä on vähäkivistä, hyvin hienojakoista moreenia, notkopaikoissa usein soistunutta. Kannoista ja jättöpuista päättäen on metsikkönä ennen hakkauksia ollut komea, varteva mänty-koivu-sekametsä, tuoreemmissa paikoissa on mahtavia haapojakin ollut joukossa. Nyt faaneeripuiksi kaadetut koivut ovat suurimpia ja kauneimpia arvopuita, mitä näkee. Metsikön kuutiomäärä lienee ollut harvinaisen korkea, arviolta 350 m³ ha:lla, josta koivua n. 40 %, mäntyä 30 % ja kuusta 30 %. Jäljellä olevan metsän, etupäässä alikasvoskuusikon, kuutiomäärä on n. 100 m³ ha:lla. Koivujen ikää on mahdoton määrätä, niiden kanssa jotenkin yhdenikäisiltä näyttävät männyt ovat n. 100 v. Kuusien ikä on 70—90 v.

N:o 17, MT.

Mustanvaaran loiva pohjois- ja itälieve Iisakkilan maalla. Maaperä verraten vähäkivistä moreenia, paikoin soistumisen alkua havaittavissa. Metsä on hakattua, mutta aikaisemmin on nähtävästi ollut keskinkertainen mänty-koivu-sekametsä ja sen alla varttunut kuusialimetsä. Faneeripuina kaadettujen koivujen joukossa on hyvin suuria ja komeita yksilöitä, joista eräät metsikön reunalla kasvaneet nähtävästi ovat olleet muita huomattavasti vanhempia. Yleensä on koivujen ikä noin 130 v.

N:o 18, MT.

Mustanvaaran kupeella, Iisakkilan talon maalla sijaitseva kaskiaho, jota koemetsikkö N:o 17 ympäröi. Aholle on ensin syntynyt harvakseen leppiä, joiden ikä nyt on 19 v. ja niiden alle kaunis koivikko, jonka ikä on 14—18 v. Pisimmät lepät ovat n. 8 m ja pisimmät koivut n. 6 m korkeita.

N:o 19, VT.

Marjosärkän laki, aivan lähellä koemetsikköä N:o 3. Loivanlainen pohjois-koillisrinne. Maaperä on hyvin kivikkoista moreenia, paikoin on kalliokin näkyvissä. Vieressä yksityismaalla oleva kaskettu alue kasvaa melkein yksinomaan kituvaa kanervaa. Metsikkönä on harvahko koivikko, paikoin on runsaasti mäntyä sekapuuna ja jonkun verran kuusta alikasvoksena. Koivut ovat hyvin huonokasvuisia, mutkaisia, oksaisia ja lyhyitä, männyt sensijaan ovat kauniita, mutta hidaskasvuisia. Kuutiomäärä ha:lla on n. 100 m^3, josta koivua on n. 70 %, mäntyä ja kuusta 30 % yhteensä. Valtapuiden keskikorkeus on n. 14 m. Koivujen ja mäntyjen ikä on noin 65 v., kuusien 40—50 v.

B. Koepuiden mittaaminen.

Koepuiden mittaaminen suoritettiin kahtena kesänä, v. 1924 ja 1925. Koska edellä mainitut linjanhakkuut suoritettiin jo keväällä 1924, olivat siis linjapuut joutuneet olemaan kaadettuina osittain yli vuoden, ennenkuin ne mitattiin.

Tulee ajatelleeksi, onko vuoden kaadettuina olleiden puiden mittaaminen oikeutettua ja ennen muuta, voidaanko tällaisia puita rinnastaa tuoreessa tilassa mitattuihin. Varmaa on, että puu kaksi kesää ulkona oltuaan kutistuu kuivuessaan, mutta toisaalta ehkäisee tätä se, että kuori aina on jäänyt koskemattomaksi. Kutistumista lähemmin ajatellessa huomaa kuitenkin, että se rungon eri osissa lienee jotenkin sama, joten jokainen läpimitta lienee muuttunut suhteellisesti yhtä paljon. Voidaan siten olettaa, että puun kuutiomäärä on pienentynyt aivan suhteessa läpimitan (oikeammin läpimitan neliön) pienenemiseen. Alkuperäinen puu on siten muuttunut uudeksi, jolla on sama pituus ja sama esim. muotoluokka tai muotoluku, mutta on vain hiukan hoikempi. Tämän mukaan on myös kutistunut puu täysin verrannollinen tuoreeseen puuhun kuutiomäärän ja kapenemisen puolesta. Tämän tutkimuksen yhteydessä ei myöskään tule kysymykseen erilaisten dimensionien esiintymisen tutkiminen, joten kutistumisella tuskin on huomattavaa vaikutusta tuloksiin.

Tarkoituksena oli saada koepuuaineistoon edustetuiksi mikäli mahdollista kaikki luonnonvaraisista metsiköistä löy-

dettävät dimensionit. Kuten edellä on huomautettu, eivät linjapuut tässä suhteessa riittäneet, vaan oli pakko kaataa lisään koepuita sekä mitata rasiksi kaadettuja faneeripuita. Linjakoivuja tutkittaessa harjoitettiin valintaa vain sikäli, että epämuodostuneet, haaroittuneet ja ihmisten pahoin turmelemat puut jätettiin mittaamatta, mutta sensijaan kaadettavat puut oli valittava sellaisiksi, että ne tosiaan vastasivat aineis-

Taulukko II. **Mitattujen koepuiden jakaantuminen eri suuruusluokkiin.** *Tabelle II. Die Verteilung der gemessenen Probestämme auf die verschiedenen Grössenklassen.*

Rinnankorkeus-läpimittaluokka, cm *Brusthöhendurchmesserklasse, cm*	Pituusluokka, m *Höhenklasse, m*												Yhteensä *Zusammen*
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
	Koepuiden lukumäärä *Anzahl der Probestämme*												
1	5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
3	—	3	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	5
5	—	—	4	—	1	—	—	—	—	—	—	—	5
7	—	—	1	5	2	3	—	—	—	—	—	—	11
9	—	—	1	3	1	2	1	1	—	—	—	—	9
11	—	—	—	2	4	5	3	6	—	—	—	—	20
13	—	—	—	—	4	3	6	6	7	1	—	—	27
15	—	—	—	1	—	3	5	5	8	4	—	—	26
17	—	—	—	—	—	2	7	3	6	6	—	—	24
19	—	—	—	—	—	—	5	4	2	2	3	—	16
21	—	—	—	—	—	—	3	2	7	5	2	1	20
23	—	—	—	—	—	—	3	2	9	6	3	—	23
25	—	—	—	—	—	—	1	1	2	6	1	—	11
27	—	—	—	—	—	—	—	3	4	3	2	2	14
29	—	—	—	—	—	—	—	—	3	7	4	1	15
31	—	—	—	—	—	—	—	—	4	4	6	1	15
33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	9	—	12
35	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	1	4	8
37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	5	1	7
39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	3
41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
Yhteensä *Zusammen*	5	5	7	12	12	18	34	33	54	51	37	12	280

tosta puuttuvia dimensioneja. Luonnollisesti tällöin myös valinnassa otettiin huomioon yllä mainitut näkökohdat. — Mainittakoon, että useimmat hyljätyistä linjapuista olivat sellaisia, joissa rungon tyvipää joko sienitaudin tai useamminkin tuohen kiskonnan takia oli pahoin epämuodostunut. Vain verraten harvoin tarvitsi yksinomaan haaroittumisen vuoksi jättää puu sikseen. — Taulukosta II selviää, että mitatut koepuut melko tasaisesti hajautuvat mahdollisiin suuruusluokkiin, pienempien puiden kuitenkin jäädessä suhteellisen vähälle.

Ensimmäisenä työnä koepuuta mitatessa oli pituuden määrääminen. Tällöin oli ratkaistava, minkä kohdan oli oltava pituusmittauksen lähtökohtana tyvipäässä. Kuten jo aikaisemmin on huomautettu, on Keski-Euroopassa ja Skandinaaviassa tullut tavaksi jättää massataulukoista pois kantopuu, joten tämän mukaisesti kai pituuskin on käsitettävä mitatuksi kantoleikkauksesta ylöspäin. Kannon korkeus on eri tutkijoilla hyvin eri tavoilla määritelty. Baijerilaisissa massataulukoissa on se puun koosta riippuen $^1/_2$—$1\,^1/_2$ jalkaa, muiden määrätessä kannon korkeuden joko läpimitan tai pituuden mukaan. Näiden suhteen viitataan Lönnrothin yhdistelmään (1919, s. 71 alim.). Suomessa on päinvastoin kuin muualla tullut tavaksi ilmoittaa kokonaiskuutiomäärä aina maasta huippuun. Tuntuukin vähemmän harkitulta kerta kaikkiaan kytkeä kuutiomäärä johonkin määrättyyn kannon korkeuteen, sillä käytännössähän kannon korkeus olosuhteista riippuen voi suuresti vaihdella. Verraten helppoahan on kokonaiskuutiomäärästä sitten vähentää kussakin tapauksessa tarvittava kannonvara. Huomautettakoon myös, että puun talteen otto aina maanpintaan asti on mahdollinen ja voi tulla kysymykseenkin.

Käsite maanraja on silloin määrittelyn tarpeessa. Erilaisten maapistemäärittelyjen suhteen viitataan Lönnrothin selostukseen (1925, s. 94 alim.). Tässä työssä katsottiin ainoaksi mahdollisuudeksi määrätä maanrajaksi tosiaan metsämaan pinta, joka siis vastaa puun ajateltua syntymäkohtaa ja myös ajatellun maanpinnan ja puun pituusakselin leikkauspistettä. Tällaisen kohdan sijoittaminen ei mittauksia suoritettaessa ole vaikeata ja täten määritellyn maapisteen yläpuolelle on myös helppo sijoittaa kannon korkeudeksi mikä mitta tahansa.

Koivun latva ei ole yhtä selvästi ylöspäin rajoittuva, kuin esim. havupuiden. Ei sentähden aina ole varmaa, että mitattu kaadetun puun pituus on sama kuin puun korkeus sen ollessa pystyssä. Koska massataulukoiden mukaan kuutioitaessa yleensä käytetään pystyssä olevista puista saatuja

pituusarvoja, on tässä kohdassa systemaattinen virhe tarjolla. Kun useimmat tutkittavat koepuut jo edeltäkäsin oli kaadettu, ei ollut mahdollisuutta arvostella, miten usein tällainen virhemahdollisuus on olemassa. Nuoremmissa metsiköissä, joissa pituuskasvu on huomattava, näyttää asia olevan jotenkin merkityksetön, mutta sensijaan vanhoissa lakkapääpuissa voi virhettä syntyä Muutamat erikoisen huomattavissa poikkeamissa tehdyt arviot viittaavat kuitenkin siihen, että virhe yleensä rajoittuu pariin desimetriin. Esim. 20 m:n korkuisen puun mittauksessa tehty 2 dm:n virhe vastaa noin 1 %:n virhettä kuutiomäärässä. Pituusmittausta suoritettaessa ei muuta mahdollisuutta keksitty, kuin mitata vain pituus pisimmän virven huippuun, sillä koivunlatva saa kaatuessaan aivan toisen muodon, kuin sillä kasvaessaan on ollut. Tämän mainitun seikan takia ei myöskään ollut mahdollista tehdä tarkempia latvustutkimuksia, mikä olisi ollut varsin toivottavaa. Mikäli mahdollista latvusta kuvaamaan mitattiin kuitenkin vihreän latvuksen alimman kohdan korkeus; tällöin ei otettu huomioon yksityisiä oksia, vaan ensimmäisen todella vihreään latvukseen kuuluvan oksan haaraantumiskohta. Vihreän latvuksen alin kohta harvoin vastaa oksatonta runko-osaa, sillä varsin usein ulottuvat kuivat oksat hyvän joukon latvuksen alapuolelle. — Pituusmittauksessa käytettiin 20 m:n pituista kangasmittanauhaa, jonka pituuden tarkistamista varten oli mukana 5 m pitkä teräsmittanauha. Sekä pituus, että vihreän latvuksen alin kohta määrättiin 1 dm:n tarkkuudella.

Ryhdyttäessä puiden läpimittaa tutkimaan, oli ensin määrättävä kuutioimisessa käytettävien pätkien pituus. Yleensä on tarkimmissakin töissä tyydytty 1 m:n pätkiin ja mikäli on ollut kyseessä suorarunkoinen, oksaton puulaji, on käytetty 2, vieläpä osalla runkoa 4 metrin pätkiä (vrt. esim. ILVESSALO, Y. 1916, s. 12 ja 1920, s. 43 sekä LÖNNROTH 1925, s. 106). Kuten HEIKKILÄ on osoittanut (1915, s. 431), vaikuttaa pätkien pituuden muuttaminen varsin vähän tulokseen, kun on kyseessä säännöllisen muotoinen puu. Katsoen koivun yleiseen kasvutapaan voisi niinollen kenties pitää 2 m:n pätkiä keskikokoa suurempien puiden kuutioimiseen sopivina.

Jos koepuiden nojalla aiotaan suorittaa myös muototutkimuksia, ei tällainen mittaus kuitenkaan ole sovelias. Tasaisin välimatkoin mitatut läpimitat sijaitsevat nimittäin eripituisilla puilla suhteellisesti erilaisilla korkeuksilla, joten niitä ei voida verrata toisiinsa, mikä kuitenkin kapenemista tutkittaessa olisi välttämätöntä. Tämän epäkohdan poistamiseksi on ehdotettu (esim. CAJANUS 1911), että läpimitat mitattaisiin aina korkeuden kymmenesosien kohdalta, jolloin eripitkienkin puiden läpimitat

tulevat verrannollisiksi. Tätä menetelmää ovat käyttäneet m.m. Maass (1908 ja 1911), Jonson (1910 ja 1911) sekä Lakari (1920 c) tutkiessaan, edelliset kuusen ja männyn sekä jälkimmäinen männyn muotoa.

Koska muototutkimuksen suorittamista pidettiin välttämättömänä,[1] mitattiin aineisto melkein kokonaisuudessaan juuri selitettyä mittaustapaa käyttäen. Vain ensimmäisinä mitatut 24 koepuuta mitattiin 2 metrin pätkissä. Kuutioimistyössä ovat kymmenesosaläpimitat tietenkin täysin käypiä, mutta niiden lisäksi on vielä pakko mitata läpimitta tyveen ja latvaan jääpien korkeuden kahdeskymmenesosan pituisten pätkien keskeltä, siis korkeuksilta 1/40 ja 39/40 pituudesta. Näin tulee puu aina, koostaan riippumatta, kuutioiduksi yhtenätoista pätkänä, joista 9:n pituus on 1/10 ja 2:n 1/20 puun pituudesta.[2]

Tällainen mittaustapa on tavallista aina yhtä pitkinä pätkinä tapahtuvaa mittausta hankalampi, etenkin sen vuoksi, että se jo metsässä kunkin puun kohdalla vaatii laskutyötä. Myös on suurempi tarkkaavaisuus mittakohtia rungolle merkittäessä tarpeen, koska kysymykseen useimmiten tulevat aivan epätasaiset senttimetriluvut. Pienet puut tulevat myös epäilemättä turhan tarkkaan mitatuiksi, etenkin kun ajattelee sitä desimaalimäärää, jolla kuutiomäärä lopullisesti ilmaistaan.[3] Myös lisääntyy jäljestäpäin suoritettava numerotyö. — Kuitenkin on menettelylle kuutioimisen kannaltakin myönnettävä eräitä etuja. Kuten Heikkilä on huomauttanut (1915, s. 431), pysyy virhemahdollisuus puun pituudesta riippumatta samana, kun kaikki puut kuutioidaan yhtä monena pätkänä. Kun alin mittakohta sijoitetaan niin alas kuin 1/40 puun pituudesta, tulee myös tyvilaajenema paremmin huomioon otetuksi, mikä on varsin puolustettavaa, kun ajatellaan koivun käyttömuotoja teollisuudessa. Koivustahan tuskin milloinkaan sahataan särmättyä tavaraa kuten havupuista, joiden tyvilaajenemassa oleva puuaine useimmiten on melkein arvotonta. — Edellämainittujen läpimittojen lisäksi mitattiin vielä läpimitta rinnankorkeudelta (1,3 m maasta), jonka mittaamisesta tulee puhe vielä seuraavassakin. Kaikkia läpimittoja mitattaessa käytettiin uutta, ehdottomasti luotettavaa teräskaulainta, josta lukemat tehtiin millimetrin

[1] Tutkimusaiheen rajoittamisen takia on tarkempi kapenemistutkimus tässä yhteydessä kuitenkin jätetty suorittamatta.

[2] Jo Pressler on käyttänyt (1857, s. 192) puita kuutioidessaan yhtä monta pätkää puun koosta riippumatta. Tavallisesti hän on jakanut rungon kuuteen osaan, mutta erikoisen säännöttömät puut on hän kuutioinut kymmenenä pätkänä.

[3] Pienimpien puiden suhteen riittäisi todennäköisesti tätä näkökohtaa silmällä pitäen puun kuutioiminen yksinkertaisesti yhtenä pätkänä.

tarkkuudella. Mittaus suoritettiin kahdessa toisiaan vastaan kohtisuorassa suunnassa. Näin saadusta kahdesta läpimitasta otettiin sitten keskiarvo, tasoittamalla tämä, milloin tarvis vaati, tasaiseksi millimetriksi.

Kuoren vahvuuden selville saamiseksi vuoltiin veitsellä kuhunkin mittakohtaan kolo, josta mittaus millimetrimitan avulla suoritettiin puolen millimetrin tarkkuudella. Käytettävissä ei ollut mitään kuorenmittauskojetta, joten yksityismaalla kaadettujen faneeripuiden kuoren vahvuutta ei voitu tutkia, koska niitä ei ollut lupa kolota. — Katsoen koivun kuoren jotenkin säännölliseen rakenteeseen, tyydyttiin koloamaan puu vain yhdeltä puolelta kultakin mittapaikalta. Kolon kohdaksi koetettiin kuitenkin valita jotenkin keskiarvoa edustava paikka, välttäen rosoisia kohtia, samoinkuin esim. kylestyneiden haavojen aiheuttamia epämuodostumia y.m.s. Koepuita valittaessa, kuten mainittu, jo vältettiin sellaisia puita, joissa oli näkyviä jälkiä tuohenkiskonnasta. Aina tämä ei kuitenkaan ollut mahdollista, koska saattoi olla kyseessä harvinainen suuruusluokka. Sellaiselta kohdalta, mistä tuohta on kiskottu, näyttää kuori yleensä olevan tavallista ohuempaa. On siis pelättävissä, että tällöin kuorellinen läpimitta saa arvon, joka ei ole verrannollinen koskemattomien puiden vastaavaan arvoon. Arveluttavinta on, että tämä luonnollisista syistä useimmiten koskee rinnankorkeusläpimittaa, jonka mittaamisessa erikoisesti kriitillisyys on tarpeen. Tällaisessa tapauksessa on ilmeisesti koskematonta puuta pidettävä sääntönä ja eliminoitava satunnaisten poikkeamien vaikutukset. Sentähden suoritettiinkin kuorelliseen läpimittaan nähden korjaus, jos osoittautui, että joku koskemattomalla runko-osalla mitattu kuoren vahvuus oli suurempi alempana olevaa, joka sijaitsi ilmeisesti vahingoittuneella runko-osalla. Korjauksen suorittaminen oli jotenkin helppoa ja varmaa, koska näytti siltä, että kuoren vahvuus yleensä säännöllisesti pienenee alhaalta ylöspäin. — Katsoen siihen, että useimpien suurien puiden kuorta ei ole voitu tutkia, on aineisto kuoritutkimusta varten epätäydellinen. Siksi se onkin jäänyt tämän tutkimuksen yhteydessä suorittamatta. Koska kuoren vahvuuden mittaamisella on ollut merkitystä kuorellisen läpimitan määräämisessä, on kuitenkin katsottu olevan syytä selostaa kuoren mittauksessa käytettyä menettelytapaa.

Iän määrääminen on, kuten tunnettua, koivulla vaikeata epäselvien lustorajojen takia. Niiden koepuiden iän, jotka olivat joutuneet olemaan kaadettuina yli talven, saattoi tosin lukea jotenkin varmaan, mutta sensijaan hiljan kaadettujen faneeripuiden kantoleikkaus oli siinä määrin epäselvä, että lustojen lukeminen oli jotenkin mahdotonta. Tut-

kimusta varten kaadettujen koepuiden iän taasen saattoi määrätä kutakuinkin tarkkaan. Jotta kaikkien metsiköiden ikä tulisi edes osapuilleen tietoon, täytyi turvautua tutkimaan esiintyviä mäntyjä, jotka saatettiin pitää koivujen kanssa yhdenikäisinä. Missään tapauksessa ei ollut mahdollista lukea kaikkien tutkittavien koepuiden ikää, siihen olisi mennyt suhteettoman paljon aikaa ja lisäksi sydänlahon alku sen monasti esti, vaan tyydyttiin kussakin koemetsikössä määräämään 3—5 koepuun ikä. Täsmällinen ikämääräys ei tutkimuksen laatuun katsoen lienekään ollut välttämätön.

Kaikkiaan kertyi koepuita 285 kappaletta. Näistä kuitenkin 3 ensimmäistä on jätetty syrjään, koska ne ovat otetut vain mittausmenetelmien kokeilemista varten. Lisäksi hävisivät tuntemattomasta syystä numerotiedot kahdesta v. 1924 mitatusta koepuusta, joten lopulliseen käsittelyyn jäi 280 koepuuta. Näistä on 19 mitattu kahden metrin pätkinä, muille 261 on käytetty kymmenesosamittausta. Eri metsätyypeille jakaantuvat koepuut seuraavasti:

OMT	24 kpl.
MT	160 »
HMT	64 »
VT	16 »
Korvet	16 »
Yhteensä	280 kpl.

Painatuskustannusten vähentämiseksi on ollut pakko jättää koepuiden mittaustulokset julkaisematta.

IV. Kootun aineiston käsittely.

A. Koepuiden kuutioiminen.

Ensimmäinen työ aineiston käsittelyssä oli kuutiomäärien laskeminen. Tarvittavat ympyrän pinta-alat otettiin 5-desimaalisesta taulukosta, joten lopullisissa kuutiomäärissä saatiin ainakin neljä desimaalia varmoiksi. Koko ajan käytettiin apuna laskukoneita ja sopivissa kohdissa tarkistettiin saatuja tuloksia logaritmisen laskuviivottimen avulla tai myös tärkeimpien laskutoimitusten suhteen laskemalla ne kahteen kertaan. Koko työn kestäessä käytettiin alkuperäisiä koepuulomakkeita lippujärjestelmän tavoin.

B. Rinnankorkeusläpimitan kelpoisuuden tutkiminen.

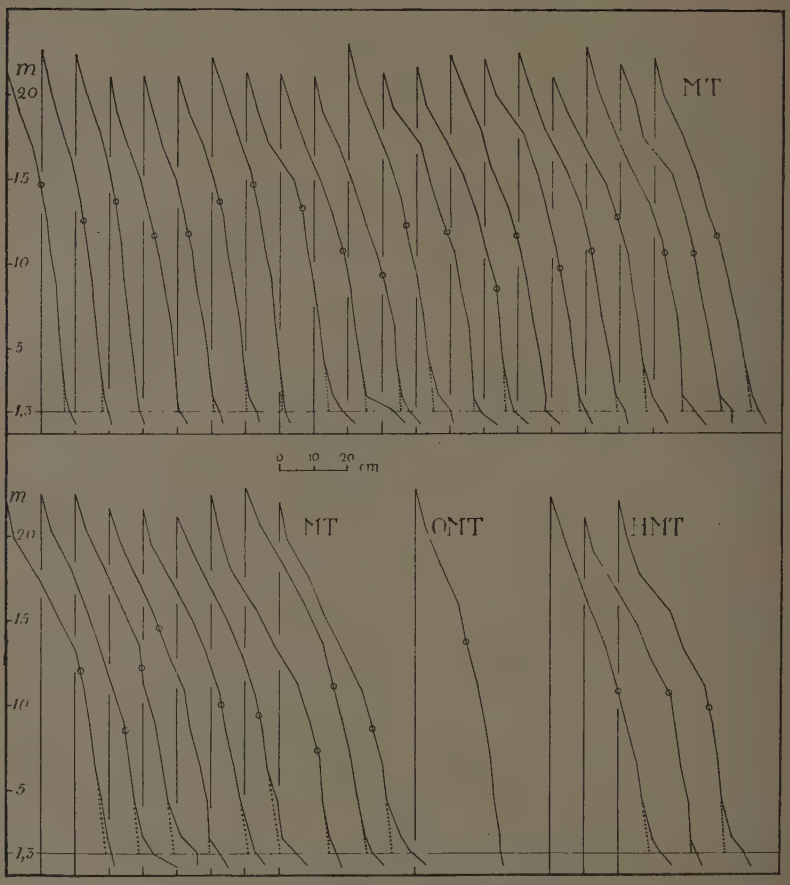
Jo koepuita metsässä mitattaessa kiintyi huomio koivun tyvilaajenemán suuruuteen ja sen perin säännöttömältä näyttävään muotoon. Koska rinnankorkeusläpimitan mahdollinen riippuvaisuus tyvilaajenemasta tämän kaltaisessa tutkimuksessa epäilemättä on merkitykseltään perustavaa laatua, näytti tämän seikan tutkiminen heti aluksi välttämättömältä.

Tyvilaajeneman aikaisemmista tutkijoista mainittakoon Schiffel (1905, s. 41). Hän ei pidä tarpeellisena tutkia tyvilaajeneman muotoa, vaan ainoastaan sen ulottuvaisuutta ylöspäin, saadakseen selville, missä määrin se nousee rinnankorkeuden yläpuolelle ja siten vaikuttaa itse rinnankorkeusläpimittaan ja täten myös erilaisiin kuutioimistyössä tarvittaviin apulukuihin, kuten muotolukuihin, muotoluokkiin y.m. Tyvilaajeneman katsoo Schiffel loppuneeksi sillä kohdalla, missä »tyvikäyrä» muuttuu »runkokäyräksi» eli siis runkokäyrän kääntöpisteessä. Tämän kohdan on hän määrännyt graafista tietä, piirtämällä puun tyviosan runkokäyrän. Pituudesta ja muodosta on Schiffel havainnut tyvilaajeneman riippuvan siten, että saman muotoisilla puilla tyvilaajenema on sitä myöten korkeampi, mitä pitempi itse puu on ja yhtä pitkillä puilla taasen huonomuotoisilla puilla on korkeampi tyvilaajenema kuin hyvänmuotoi-

silla. Tutkimansa puulajin, lehtikuusen, rinnankorkeusläpimitan on hän havainnut yleensä olevan tyvilaajenemasta riippuvaisen.

Maass on tutkinut (1913, s. 273) rungon tyvipään kapenemista männyllä ja kuusella. Hän ei kuitenkaan ole kiinnittänyt huomiotaan tyvilaajeneman ulottuvaisuuteen ylöspäin, vaan tutkinut pääasiassa kapenemista rinnankorkeuden alapuolella. Verratessaan tätä puissa määräämäänsä muotoluokkaan on hän havainnut, että puun kapeneminen rinnankorkeuden alapuolella ei ole riippuvainen muotoluokasta eikä myöskään pituudesta, iästä ja kasvupaikasta. — Mattsson on tutkinut (1917 a ja b) männyn ja lehtikuusen tyvilaajenemaa. Tutkimuksissaan on hän käyttänyt pituus- ja muotoluokittain yhdistellyn aineiston keskimääräisiä runkokäyriä. — Archer on (1920, s. 110) sahatukkien kuutiomäärää tutkiessaan kiinnittänyt huomionsa myös tyvilaajenemaan. Tyvitukkien kuutioiminen Huberin kaavan avulla antaa nimittäin aina liian pieniä arvoja. Archer on piirtänyt 180 tyvitukin runkokäyrät, joiden tyvilaajeneman kohdalle hän on silmämääräisesti jatkanut »normaalista» runkokäyrää. Täten hän on voinut jotenkin tarkkaan laskea tyvilaajeneman määrän kuutiometreissä ja havainnut sen olevan yhtäpitävän Huberin kaavan antaman virheen kanssa. Saman havainnon samaa menetelmää käyttäen on myöhemmin tehnyt Eide (1922, s. 64). Näiden tutkimuksien yhteydessä ei sen enemmän ole selvitetty tyvilaajeneman ulottuvaisuutta ylöspäin.

Tämän tutkimuksen koepuiden mittaamistavasta johtuu, ettei kovin monta läpimittaa ole käytettävissä tyvilaajeneman kuvaamiseksi. Sentähden ei tyvilaajeneman yksityiskohtainen tutkiminen voi tullakaan kysymykseen, sillä koko runkokäyrähän on tullut määrätyksi kahdentoista läpimitan avulla, joista tietenkin vain muutama voi sijaita tyvilaajeneman osalla. Jotta tyvilaajenema kuitenkin tulisi mahdollisimman hyvin kuvatuksi, on piirretty kaikkien kymmenesosamittausta käyttäen mitattujen koepuiden runkokäyrät huippuun asti. Mitatut läpimitat merkittiin millimetripaperille neulalla ja yhdistelemällä reiät saatiin runkomurtoviiva syntymään. Painatuskustannusten vähentämiseksi ei kaikkia runkomurtoviivoja ole julkaistu, vaan on esimerkiksi otettu vain yhden kahden metrin pituusluokan nim. 21.1—23.0 m runkomurtoviivat (kuva N:o 1). Runkomurtoviivoille on myös pienellä ympyrällä merkitty vihreän latvuksen alin kohta. — Mitattuja läpimittoja oli siksi harvassa, ettei katsottu olevan syytä näiden pisteiden nojalla ruveta hahmottelemaan käyrää, jonka avulla olisi ollut mahdollista määrätä tarkalleen se kohta, jossa kovera tyvikäyrä muuttuu kuperaksi



Kuva N:o 1. Runkokäyriä. Pituusluokka 21.1—23.0 m.
Fig. N:o 1. Stammkurven. Höhenklasse 21.1—23.0 m.

runkokäyräksi ja jota nimitetään kääntö- eli inflektiopisteeksi. Sensijaan voitiin ARCHERin tapaan varsin suurella todennäköisyydellä tyvilaajeneman kohdalle piirtää »normaalinen» runkokäyrä tyvilaajeneman yläpuolella olevien pisteiden nojalla. Tämä onkin suoritettu (pisteviivat kuvassa N:o 1). Huomattakoon, että »normaalikäyrän» piirtämisessä on koetettu noudattaa varovaisuutta erikoisesti sikäli, että sen poikkeama todelli-

sesta runkokäyrästä epävarmoilta näyttävissä tapauksissa on tehty mieluummin pieneksi, kuin suureksi.

Vertaamalla todennäköistä runkokäyrän jatkoa puiden tyvikäyrään saa jotenkin hyvän käsityksen tyvilaajenemasta, ja ennen muuta on se omiaan selvittämään rinnankorkeuden suhdetta tyvilaajenemaan. Kuvia tarkastellessa huomaa aivan heti, että tyvilaajenema näyttää olevan suoraan verrannollinen puun pituuteen. Noin 14 m pitkissä puissa alkaa tyvilaajenema tavoittaa rinnankorkeuden yleisemmin, jos kohta se jo 11 metrin puissa yksityistapauksissa sen tekee. 15—16 m pitemmissä puissa näyttää rinnankorkeus melkein säännöllisesti olevan tyvilaajenemassa. Saman pituusluokan puissa voi tehdä sen havainnon, että vahvemmilla puilla näyttää olevan voimakkaampi tyvilaajenema, kuin hoikilla. Vihdoin kiintyy huomio tyvilaajeneman säännöttömyyteen. Kokonsa ja kapenemisensa puolesta jotenkin samanlaiset puut voivat tyvilaajenemansa puolesta erota toisistaan tuntuvasti.[1]

Kuten mainittu ei ole mahdollista kuvien avulla tarkalleen määrätä runkokäyrän kääntöpistettä, mutta sensijaan voi mitata, paljonko rinnankorkeudelta mitattu läpimitta on tyvilaajeneman takia suurentunut. Tätä lukua pidetään seuraavassa t y v i l a a j e n e m a n m i t t a n a. Sen heikkoutena on tietenkin, ettei se suorastaan kuvaa tyvilaajeneman ulottuvaisuutta ylöspäin. Kuitenkin voi graafisista kuvista tehdä sen havainnon, että yleensä korkeata tyvilaajenemaa vastaa suuri poikkeama rinnankorkeusläpimitassa, mutta poikkeuksia tästä on kyllä olemassa. Rinnankorkeusläpimitan ja tyvilaajeneman keskinäisen suhteen selvittäjäksi on tämä luku kuitenkin epäilemättä hyvin sopiva.

Taulukkoon III ovat rinnankorkeusläpimitan poikkeamat yhdistellyt metsätyypittäin ja pituusluokittain. Taulukosta käy selvästi ilmi, että tutkittujen koivujen rinnankorkeusläpimitta on suuresti riippuvainen tyvilaajenemasta. Tyvilaajeneman aiheuttama poikkeama on suoraan verrannollinen puun pituuteen. Kuitenkin esiintyy ylimmissäkin pituusluokissa puita, joiden rinnankorkeusläpimittaan tyvilaajenema ei vaikuta ollenkaan tai myös hyvin vähän. Mustikka- ja paksusammaltyyppejä lukuunottamatta on koepuita siksi vähän, ettei voi mennä tekemään johtopäätöksiä eri tyyppien mahdollisista eroavaisuuksista. Kuitenkin näyttää hieman siltä, kuin olisi käenkaali-mustikkatyypin puiden tyvilaajenema pienempi, kuin huonompien maiden.

[1] Lienee tässä paikallaan uudelleen huomauttaa siitä, ettei aineistoon kuulu puita, joiden tyvipää näkyvästi on epämuodostunut.

Taulukko III. **Tyvilaajeneman riippuvaisuus puun pituudesta.**
Tabelle III. Die Abhängigheit des Wurzelanlaufs von der Baumhöhe.

Pituusluokka, m *Höhenklasse, m*	Metsätyyppi *Waldtyp*	Poikkeama, cm. *Abweichung, cm* 0	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	Yhteensä *Zusammen*
		Havaintojen lukumäärä *Anzahl der Beobachtungen*										
0—13	OMT	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
13—15	»	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2
15—23	»	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
23—	»	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—	4
Yhteensä *Zusammen*	OMT	9	—	3	2	—	—	—	—	—	—	14
0—11	MT	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19
11—13	»	2	2	1	—	—	—	—	—	—	—	5
13—15	»	6	7	3	1	—	—	—	—	—	—	17
15—17	»	2	8	4	3	—	—	—	—	—	—	17
17—19	»	6	4	9	3	1	—	—	—	—	—	23
19—21	»	4	3	10	5	6	2	1	1	—	—	32
21—23	»	2	2	6	9	5	3	1	1	—	1	30
23—25	»	—	1	—	2	1	—	1	2	1	—	8
Yhteensä *Zusammen*	MT	41	27	33	23	13	5	3	4	1	1	151
8—11	HMT	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
11—13	»	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	6
13—15	»	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	4
15—17	»	2	5	2	—	—	—	—	—	—	—	9
17—19	»	5	6	11	—	2	—	1	—	—	—	25
19—21	»	1	3	4	3	1	1	—	—	—	—	13
21—23	»	—	—	1	—	1	—	1	—	—	—	3
Yhteensä *Zusammen*	HMT	17	19	18	3	4	1	2	—	—	—	64
5—11	VT	6	—	1	—	—	—	—	—	—	—	7
11—13	»	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	3
13—15	»	5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	6
Yhteensä *Zusammen*	VT	13	1	2	—	—	—	—	—	—	—	16
6—13	[1]	5	—	—	1	—	—	—	—	—	—	6
13—15	»	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	3
15—17	»	—	—	1	2	1	—	—	—	—	—	4
17—19	»	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	2
19—21	»	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Yhteensä *Zusammen*	[1]	6	3	2	4	1	—	—	—	—	—	16
Kaikki puut: *Alle Stämme:*		86	50	58	32	18	6	5	4	1	1	261

[1] Korvet *Bruchmoore*

Jotta kävisi selville, missä määrin tyvilaajenema saman pituisilla puilla on riippuvainen läpimitasta, on yhdessä pituusluokassa, 19—21 m, jossa koepuita on enimmin, tutkittu tätä asiaa jakamalla puut rinnankorkeusläpimitan mukaan 5 cm:n luokkiin. Kaikkia metsätyyppejä on tässä tutkittu yhdessä. Tuloksena on taulukko IV, josta selvästi käy ilmi, että läpimitan lisääntyessä lisääntyy myös tyvilaajenema. Erikoisesti kiinnittää kuitenkin huomiota tässä vallitseva suuri säännöttömyys. Rinnankorkeudelta n. 25—30 cm vahvalla puulla voi 5—6 cm, siis noin 20 %, läpimitasta olla tyvilaajenemaa, samalla kun toisen yhtä pitkän ja vahvan puun rinnankorkeus on aivan vapaa tyvilaajeneman vaikutuksesta.

Voi olla lähellä ajatus, että latvuksella on osuutensa tässä säännöttömyydessä. Jotta tätä voitaisiin tutkia on ensin mikäli mahdollista eliminoitava pituuden ja läpimitan havaittu vaikutus, vertaamalla toisiinsa suunnilleen yhtä pitkiä ja vahvoja puita. Äskeisessä taulukossa IV käsitelty pituusluokka 19—21 metriä tarjoaa läpimittaluokassa 20—30 cm verraten runsaasti koepuita, nim. 24 kpl.; nämä ovat taulukossa V jaetut vihreän latvuksen alimman kohdan korkeuden mukaan 5 prosentin luokkiin ja on kunkin luokan »rinnankorkeuspoikkeamaa» tutkittu erikseen. Taulukosta ilmenee, että koepuut hajaantuvat aivan säännöttömästi, ilman että tutkittavien ominaisuuksien kesken voidaan havaita korrelaatiota suuntaan tai toiseen. On kuitenkin huomattava, että koepuita on verraten vähän, etteivät ne ole täysin yhtä pitkiä ja vahvoja sekä vihdoin, ettei vihreän latvuksen alin kohta liene paras mahdollinen latvuksen eksponentti.

Taulukko IV. **Tyvilaajeneman riippuvaisuus puun vahvuudesta.**
Tabelle IV. Die Abhängigkeit des Wurzelanlaufs von der Baumstärke.

Läpimittaluokka, cm *Durchmesserklasse, cm*	Poikkeama, cm *Abweichung, cm*								Yhteensä *Zusammen*
	0	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	
	Havaintojen lukumäärä *Anzahl der Beobachtungen*								
10—15	2	2	—	—	—	—	—	—	4
15—20	2	1	4	1	—	—	—	—	8
20—25	1	1	6	2	1	—	—	—	11
25—30	1	2	4	3	1	1	1	—	13
30—35	—	—	—	1	4	2	—	1	8
35—40	—	—	—	1	1	—	—	—	2
Yhteensä *Zusammen*	6	6	14	8	7	3	1	1	46

Taulukko V. **Tyvilaajeneman riippuvaisuus puun latvuksesta (vihreän latvuksen alimmasta kohdasta).**

Tabelle V. Die Abhängigkeit des Wurzelanlaufs von der Baumkrone (vom Kronenansatz).

Vihr. latvuksen kanta % puun pituudesta *Kronenansatz in % der Baumhöhe*	Poikkeama, cm *Abweichung, cm*							Yhteensä *Zusammen*
	0	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	
	Havaintojen lukumäärä *Anzahl der Beobachtungen*							
30—35	—	—	2	—	—	—	—	2
35—40	—	—	—	—	—	—	—	—
40—45	—	1	2	2	1	—	—	6
45—50	1	1	1	1	—	—	—	4
50—55	—	1	2	1	1	—	1	6
55—60	1	—	2	1	—	—	—	4
60—65	—	—	1	—	—	1	—	2
Yhteensä *Zusammen*	2	3	10	5	2	1	1	24

Siihen tapaan nähden, miten iän määrääminen on suoritettu (vrt. s. 24), ei ole katsottu olevan syytä ottaa suorastaan tutkittavaksi iän vaikutusta tyvilaajenemaan. Koska kuitenkin luonnollisesti yleensä suuret puut ovat myös vanhoja puita voinee tästä edellä olevan mukaan päättää tyvilaajeneman suurin piirtein olevan suoraan verrannollisen myös ikään.

Tyvilaajeneman tutkiminen on osoittanut,

että tyvilaajeneman suuruus lisääntyy puun pituuden ja läpimitan kasvaessa;

että pituuden, läpimitan ja latvuksen puolesta suunnilleen samanlaisilla puilla tyvilaajenema vaihtelee tuntuvasti;

että keskikokoa suuremmissa puissa tyvilaajenemalla on tuntuva vaikutus rinnankorkeusläpimittaan. Tämän vaikutuksen säännöttömyyden takia täytyy rinnankorkeutta pitää vähemmän sopivana perusläpimitan mittaamiskohtana.

Viimeisestä kohdasta seuraa, että sellaiset massataulukot, jotka edellyttävät rinnankorkeuden sijaitsemista kuperalla runkokäyrällä, eivät

tutkittujen koivujen tapaisille puille voi antaa tyydyttäviä tuloksia. Tämän perusedellytyksen puuttumisen takia täytyy pitää epäoikeutettuna Jonsonin massataulukoidenkin käyttöä koivuja, ainakin pohjois-Karjalan koivuja, kuutioitaessa, vaan on tarpeellista laatia tarkoitusta varten uudet massataulukot.

C. Perusläpimitan uuden mittakorkeuden määrääminen.

Kun koivulle ruvetaan laatimaan massataulukoita, voidaan perustaksi kyllä ottaa rinnankorkeusläpimittakin, kuten yleisenä tapana on ollut. Silloin on kuitenkin odotettavaa, että taulukoista tullaan saamaan arvoja, jotka yksityisten puiden ja pienempien erien suhteen voivat jättää paljon toivomisen varaa. Tarpeeksi suuria ja vaihtelevia puumääriä kuutioitaessa tätenkin kyllä voidaan saavuttaa riittävä tarkkuus. Mutta hyville massataulukoille täytynee asettaa sekin vaatimus, että ne ilmoittavat yksityisten puidenkin kuutiomäärän mahdollisimman oikein. Silloin näyttää kuitenkin välttämättömältä etsiä joku ylempi perusläpimitta, jolle massataulukot on rakennettava.

Ajatus nostaa perusläpimitan mittaamiskohta rinnankorkeutta ylemmäksi ei ole uusi. Tietoisena tyvilaajeneman vaikutuksesta rinnankorkeusläpimittaan on esim. Jonson esittänyt (1910, s. 312) ajatuksen mittakohdan nostamisesta 1.5 metriin. Useimmat tutkijat ja niiden joukossa lopullisesti Jonsonkin pitävät kuitenkin parhaimpana mitata edelleenkin läpimitta vanhalta mukavalta 1.3 metrin korkeudelta ja kussakin tapauksessa silmämääräisesti poistaa tyvilaajeneman vaikutus joko mittaamalla rinnankorkeusläpimitta tarpeen tullen ylempää tai vain vähentämällä saadusta mittaluvusta arveltu tyvilaajeneman määrä. Nämä menetelmät voivat kyllä olla sopivia, milloin on kyseessä puulaji, jonka tyvilaajenema vain suhteellisen harvoin tavoittaa rinnankorkeuden eikä silloinkaan aiheuta kovin suurta poikkeamaa. Toisin on laita tutkittujen koivujen. Suurempien puiden rinnankorkeusläpimitta on miltei aina riippuva tyvilaajenemasta, joka saattaa nousta 6—7 metrin korkeudelle.

Ensi kädessä tuntuu paras perusläpimitan kohta olevan alin kohta, johon tyvilaajenema ei enään vaikuta. Tällainen läpimitta määrittelee varmimmin runkokäyrän, joten se paraiten voidaan panna kapenemistutkimuksen pohjaksi. Näin on laita etenkin havupuiden, joiden tyvilaajenemassa oleva puuaine yleensä on verraten arvotonta. Jos perusläpimitta sijoitetaan kerta kaikkiaan tyvilaajeneman yläpuolelle voi tyvilaajeneman puu nimittäin tulla mukaan vain aivan keskimääräisenä. Koivulla jäi-

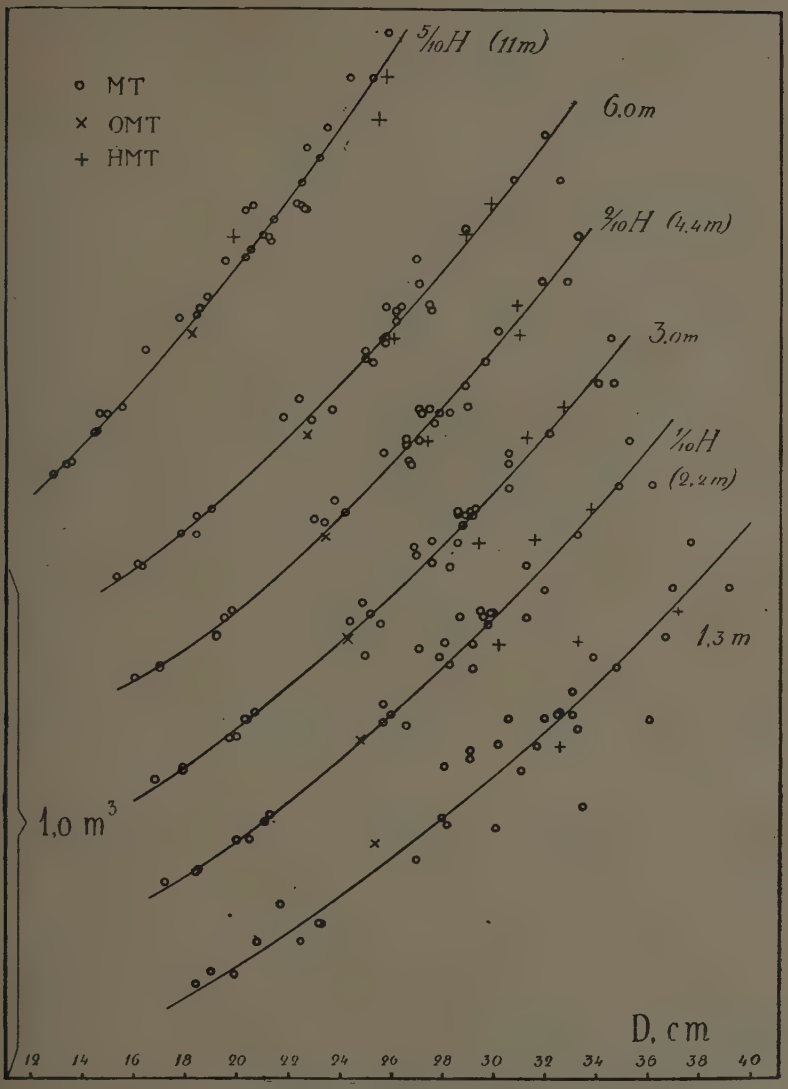
sivät täten tyvilaajeneman suuret säännöttömyydet kokonaan huomioon ottamatta. On kuitenkin välttämätöntä, että tyvilaajenemankin puu tulee mukaan sellaisena kuin se tapauksesta toiseen esiintyy, sillä meikäläisen koivun arvokkain t.s. järein osa sijaitsee juuri tyvilaajeneman vaikutusalalla. Koivun rungon kapenemisen määrääminen tarkalleen ei taasen liene ollenkaan niin tärkeä asia kuin havupuiden vastaava, sillä koivun jalostushan tapahtuu lyhyinä pätkinä, eikä pölkyn latvaläpimitta vaikuta jalostustapaan läheskään niin ratkaisevasti kuin havupuiden jalostuksessa.

Perusläpimitta olisi siis edellä olevan mukaan koivulla sijoitettava siten, että se ottaa huomioon tyvilaajeneman asettumatta kuitenkaan alttiiksi sen säännöttömyyksistä aiheutuville virheille. Tällaisen kohdan määrääminen ei ole helppoa, sillä se vaihtelee puusta puuhun. Tätä ihanteellista perusläpimittakohtaa, joksi sitä voisi nimittää, määräämään ruvetessa onkin pakko samalla kertaa tutkia kaikkia koepuita ja etsiä niille sopiva keskiarvo. Voidaan nojautua seuraavanlaiseen määritelmään: ihanteelliselle perusläpimitalle rakennetut massataulukot antavat yksityisiin puihinkin nähden mahdollisimman oikeita arvoja. — Tämän mukaisesti voidaan ihanneläpimitta määrätä siten, että laaditaan massataulukot useille eri korkeuksilta mitatuille perusläpimitoille ja tutkitaan, minkä perusläpimitan mukaan todelliset koepuukuutiomäärät vähimmin hajaantuvat taulukkoarvojen ympärille. Menetelmä sellaisenaan on kuitenkin kovin työläs, mutta sama ajatus voidaan yksinkertaistuttaa siten, että laaditaan mainitunlaiset massataulukot muutamille näytteeksi valituille pituusluokille ja vertaamalla eri pituusluokkia keskenään etsitään koko aineistoa edustava arvo. Täten saadaan myös käsitys tämän mittakorkeuden vaihteluista eri pituusluokissa

Sovellettaessa esitettyä ajatusta on pituusluokan massataulukko saatu aikaan piirtämällä pituusluokan koepuille massakäyrä koordinaatistoon, jonka abskissana on läpimitta ja ordinaatana koepuun kuutiomäärä. Koepuiden kuutiomäärät on kuitenkin tätä ennen korjattu pituusluokan keskipituutta vastaaviksi seuraavan kaavan mukaan:

$$\text{korjattu kuutiomäärä} = \frac{\text{pituusluokan keskipituus}}{\text{koepuun pituus}} \times \text{koepuun kuutiomäärä.}$$

Täten on pituuden vaikutus kussakin pituusluokassa saatu eliminoiduksi. Kaikkia metsätyyppejä on tässä käsitelty yhdessä, merkitsemällä kuitenkin eri tyyppien koepuut erilaisilla merkeillä, koska ei mielellään



Kuva N:o 2. Perusläpimitan eri mittakorkeuksille piirrettyjä massakäyriä. Pituusluokka 21.1—23.0 m.

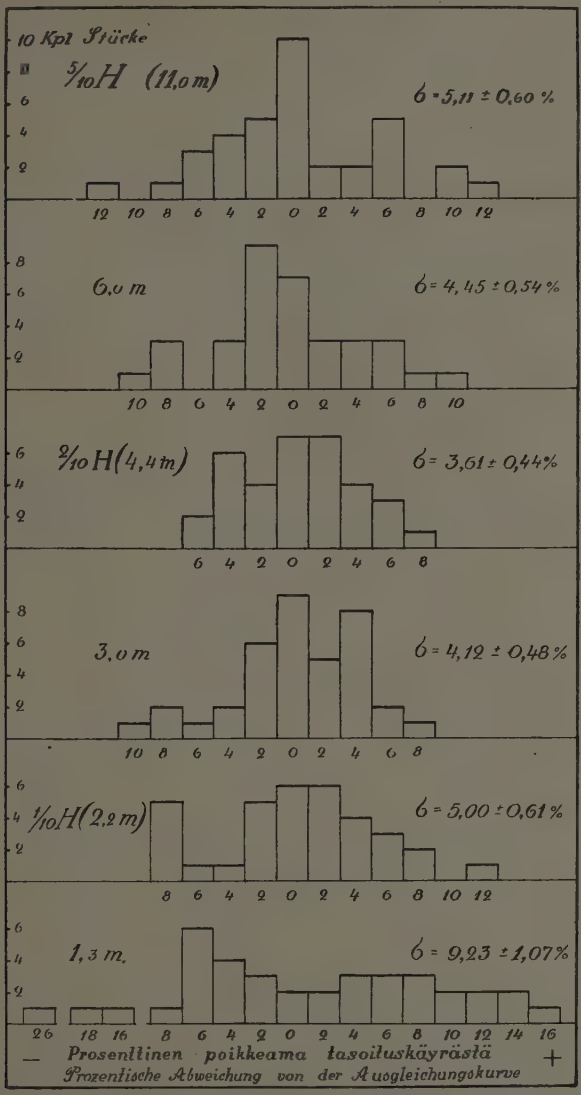
Fig. N:o 2. Die für den Grunddurchmesser in verschiedener Messhöhe gezeichneten Massenkurven. Höhenklasse 21.1—23.0 m.

voida ajatella tyypiltä toiselle vaihtuvaa perusläpimitan mittaamiskorkeutta. — Koepituusluokiksi valittiin 14, 18 ja 22 m, joissa on koepuita vastaavasti 34, 54 ja 37 kpl. Lisäksi otettiin tutkittavaksi ylin luokka 24 m, koska oli ajateltavissa pisimpien puiden antavan muista eroavia arvoja. Tässä pituusluokassa on kuitenkin koepuita vain 12 kpl. Kussakin pituusluokassa on piirretty massakäyrä kuudelta eri korkeudelta mitatulle perusläpimitalle. Painatuskustannuksien vähentämiseksi ei ole ollut mahdollista julkaista kaikkia näitä käyriä, vaan on esimerkiksi otettu pituusluokka 21—23 m, jonka eri massakäyrät kuvassa N:o 2 ovat sovitetut yhteen diagrammiin.

Kuten jo aikaisemminkin (s. 27) on huomautettu, ovat pituuden kymmenesosien kohdalta mitatut läpimitat liian harvassa, jotta niiden avulla voisi tarkalleen kuvata tyvilaajenemaa. Samaten ovat nämä läpimitat liian harvassa, jotta niistä saisi riittävästi sopivia perusläpimittoja juuri kriitilliseltä korkeudelta, missä tyvilaajenema loppuu. Oli sentähden pakko hankkia tarpeellisia väliarvoja interpoloimalla. Tässä työssä käytettiin sekä graafista, että laskelmallista menetelmää, koska yksin viimemainittu varsinkin kääntöpisteen lähettyvillä voi antaa virheellisiä tuloksia. Interpolaation tulokset eivät tietenkään voi olla ehdottoman tarkkoja, mutta katsoen tarkoitukseen lienevät syntyneet virheet jotenkin merkityksettömiä. Rungon epäsäännöllisyydestä aiheutuvat virheet on ainakin täten vältetty.

Tasoituskäyriä koepuupisteistöille piirrettäessä koetettiin ottaa huomioon seuraavia periaatteita: ensinnäkin toteutettiin mahdollisimman yksinkertainen käyrämuoto varoen synnyttämästä epävarmoja mutkia, ja toiseksi koetettiin itse tasoituksessa silmämääräisesti soveltaa pienimmän neliön menetelmää.

Vertaillessaan toisiinsa saman pituusluokan eri massakäyriä havaitsee helposti, että koepuut milloin on käytetty alhaisia tai korkeita perusläpimittoja hajaantuvat enemmän tasoituskäyrien ympärille, kuin perusläpimitan ollessa n. 3—5 m korkealla. Etsittävänä on se korkeus, joka aiheuttaa pienimmän hajaantumisen tasoituskäyrään nähden. Tätä ei kuitenkaan yksin silmämääräisesti voi päättää. Jotta asia tulisi tarkemmin tutkituksi, on laskettu kunkin koepuun poikkeama käyrän osoittamasta arvosta. Yläpuolella olevat pisteet ovat plus-poikkeamia, alapuolella olevat minus-poikkeamia. Koska suurilla puilla absoluuttiset poikkeamat pieniin puihin verrattuina voivat olla moninkertaisia, on syytä muuntaa poikkeamat prosenttisiksi, vertausmääränä aina käyrän osoittama arvo. Täten syntyneitä poikkeamapopulaatioita voidaan sitten käsitellä aivan


10 Kpl Stücke
9/10H (11,0 m)
δ = 5,11 ± 0,60 %
6.0 m
δ = 4,45 ± 0,54 %
8/10 H(4,4 m)
δ = 3,61 ± 0,44%
3.0 m
δ = 4,12 ± 0,48 %
1/10H(2,2 m)
δ = 5,00 ± 0,61 %
1,3 m.
δ = 9,23 ± 1,07%
— Prosenttinen poikkeama tasoituskäyrästä +
Prozentische Abweichung von der Ausgleichungskurve

Kuva N:o 3. Kuvassa N:o 2 olevien pisteistöjen hajaantuminen tasoituskäyriensä ympäri.

Fig. N:o 3. Verstreuung der auf Fig. N:o 2 befindlichen Punktsysteme um ihre Ausgleichungskurve herum.

tilastollisesti. Yhdistelemällä populaatiot kahden prosentin intervalleihin saadaan sarjoja, joilla ilmeisesti on eksponentiaalikäyrän luonne (vrt. esim. CHARLIER 1910, s. 55). Esimerkiksi näistä on julkaisuun otettu kuvassa N:o 2 olevia pisteistöjä vastaavat sarjat, jotka graafisina frekvenssipylväinä ovat esitetyt kuvassa N:o 3. Sarjoille voidaan laskea hajaantumisen mitta, d i s p e r s i o (σ), ja siten saada mahdollisimman hyvin kuvatuksi pisteiden hajaantuminen tasoituskäyrän ympäri.[1] Mainittakoon, että useimmat dispersioarvot ovat lasketut käyttäen ahtaampaa intervallia, kuin kuvassa N:o 3 oleva 2 prosentin intervalli. — Saadut dispersioarvot ovat keskivirheineen ($\varepsilon(\sigma)$) esitetyt taulukossa VI, johon myös on merkitty sarjoille lasketut aritmeettiset keskiarvot (A), mitkä jossain määrin kuvaavat tasoituksen onnistuneisuutta. Keskiarvot viit-

Taulukko VI. Koepuiden tasoituskäyristä luettujen prosenttisten poikkeamien dispersiot ja aritmeettiset keskiarvot perusläpimitan eri korkeuksilla.

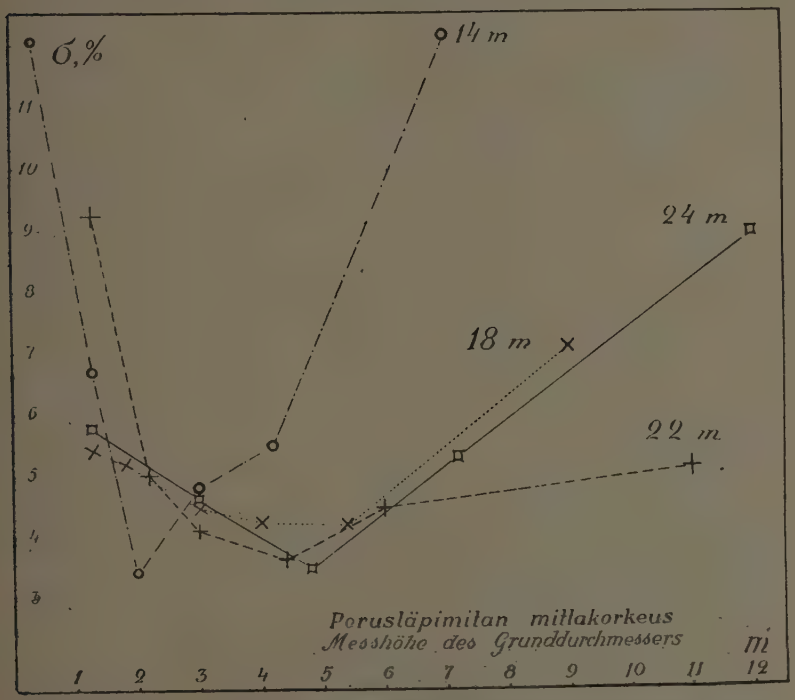
Tabelle VI. Die Dispersionen der von den Ausgleichungskurven abgelesenen prozentischen Abweichungen der Probestämme und die arithmetischen Mittel derselben in verschiedener Höhe des Grunddurchmessers.

Perusläpimitan korkeus *Höhe des Grunddurchmessers*	Pituusluokka *Höhenklasse* 14 m 34 kpl. *St.*		18 m 54 kpl. *St.*		Koepuiden lukumäärä *Anzahl der Probestämme* 22 m 37 kpl. *St.*		24 m 12 kpl. *St.*	
	$\sigma \pm \varepsilon(\sigma)$	A	$\sigma \pm \varepsilon(\sigma)$	A	$\sigma \pm \varepsilon(\sigma)$	A	$\sigma \pm \varepsilon(\sigma)$	A
1/40 H	12.05±1.53	+0.77	—	—	—	—	—	—
1.3 m	6.69±0.81	−0.06	5.42±0.52	+0.17	9.23±1.07	+0.56	5.76±1.18	+0.27
1/10 H	—	—	5.18±0.51	−0.22	5.00±0.61	+0.53	—	—
2.0 m	3.42±0.43	−0.16	—	—	—	—	—	—
3.0 m	4.80±0.58	+0.06	4.46±0.43	+0.40	4.12±0.48	+0.27	4.62±0.94	+0.35
4.0 m	—	—	4.23±0.42	+0.04	—	—	—	—
2/10 H	—	—	—	—	3.61±0.44	+0.35	3.47±0.71	−0.24
3/10 H	5.46±0.70	+0.13	4.19±0.42	+0.04	—	—	5.28±1.08	+0.45
6.0 m	—	—	—	—	4.45±0.54	+0.21	—	—
5/10 H	12.13±1.54	+0.26	7.07±0.70	−0.16	5.11±0.60	+0.25	8.92±1.83	+0.33

[1] Dispersion laskemisessa kysymykseen tulevat kaavat ja menetelmät lienevät siinä määrin tunnettuja, että ne tässä voidaan sivuuttaa viittaamalla yleisesti tunnettuihin matemaattisen tilastotieteen oppikirjoihin (esim. YULE 1916, s. 134 tai CHARLIER 1910, s. 16).

taavat siihen, että tasoituskäyrät yleensä ovat tulleet kulkemaan hieman liian alhaalla, koska poikkeamien keskiarvo useimmiten on positiivinen. Tämän johdosta on huomattava, ettei dispersio ole herkkä pienille muutoksille tasoituskäyrän kulussa, sillä minkä poikkeamat käyrän siirtyessä pienenevät toisella puolella, sen ne suunnilleen vastaavasti suurenevat toisella puolella.

Taulukossa VI esitetyt dispersioarvot ovat erinomaisen sopivia graafista tietä toisiinsa verrattaviksi. Tämä on suoritettu merkitsemällä kaikki saadut dispersioarvot koordinaatistoon, jonka abskissana on perusläpimitan korkeus maasta ja ordinaatana dispersion suuruus (kuva N:o 4). Kun vielä saman pituusluokan pisteet ovat murtoviivalla yhdistetyt



Kuva N:o 4. Perusläpimitan mittakorkeuden vaikutus koepuiden hajaantumiseen massakäyrien ympäri. Pituusluokat 14, 18, 22 ja 24 m.

Fig. N:o 4. Einfluss der Messhöhe des Grunddurchmessers auf die Verstreuung der Probestämme um die Massentafelwerte herum.

toisiinsa, saa kuvasta hyvän käsityksen perusläpimitan mittakorkeuden vaikutuksesta hajaantumiseen. Kunkin pituusluokan ihannemittakorkeutta vastaa tietenkin syntyneen murtoviivan alin kohta. Oikeutettua olisi epäilemättä tämän määräämiseksi tasoittaa käsivaraisesti murtoviiva käyräksi, mutta katsoen asian laatuun ja aineiston pienuudesta johtuviin säännöttömyyksiin, on tämä jätetty tekemättä. Kuitenkin voi murtoviivojenkin nojalla jo havaita, että ihannemittakorkeus pitkillä puilla on ylempänä, kuin lyhyillä, kuten on luonnollistakin. Satunnaisista seikoista voi varsin hyvin johtua, ettei suhde ole täysin säännöllinen. Muuten nähdään, että kaikkien pituusluokkien murtoviivojen kulku on pääpiirteissään samanlainen, ensin laskeva ja taasen nouseva. Lukuun ottamatta pituusluokkaa 14 m, jonka murtoviivan alin kohta on hyvin täsmällinen, näyttää puilla olevan noin parin metrin pituinen runko-osa, jolla perusläpimitta voidaan mitata, ilman että dispersio siitä paljonkaan muuttuu. Tämä runko-osa on pitkillä puilla ylempänä kuin lyhyillä. Nyt on vain määrättävä, mikä on alin kohta, joka voi perusläpimittana tulla kysymykseen. Se näyttää olevan noin 2.5 metriä. Mutta paljon ylemmäksi ei myöskään voi mennä, sillä siellä jo 14 metrin murtoviiva nopeasti nousee. Kuvan mukaan olisi uusi perusläpimitta sijoitettava 2.5 ja 3.0 metrin välimaille.

Kuitenkin on katsottu, että uuden perusläpimitan mittakorkeus on oleva 3.0 metriä maasta. Ettei valinta ole osunut 2.5 metriin, joka olisi alempana, johtuu siitä, että nimenomaan 3 metrin puolesta puhuvat useat seikat. Ennen muuta on mainittava, että puita kahden metrin pätkin kuutioitaessa yksi läpimitta tulee mitattavaksi juuri 3 metrin korkeudelta. Sijoittamalla uusi perusläpimitta tälle korkeudelle säilyy myös yhteys edellisiin tutkimusaineistoihin juuri mainitusta syystä. Etu on myös, että perusläpimitta yleensä mitataan tasaisen metriluvun kohdalta. Jos vihdoin kannon varaa jätetään 26 cm, vastaa 3 metrin korkeus 9 Englannin jalan pituista pölkkyä, mikä teknologiselta kannalta lienee varsin sopivaa. Edellä mainittujen etujen rinnalla merkinnee vähän, mitataanko läpimittta $^1/_2$ m alempaa vai ylempää, kun kummassakaan tapauksessa ei yletytä käsin mittaamaan.

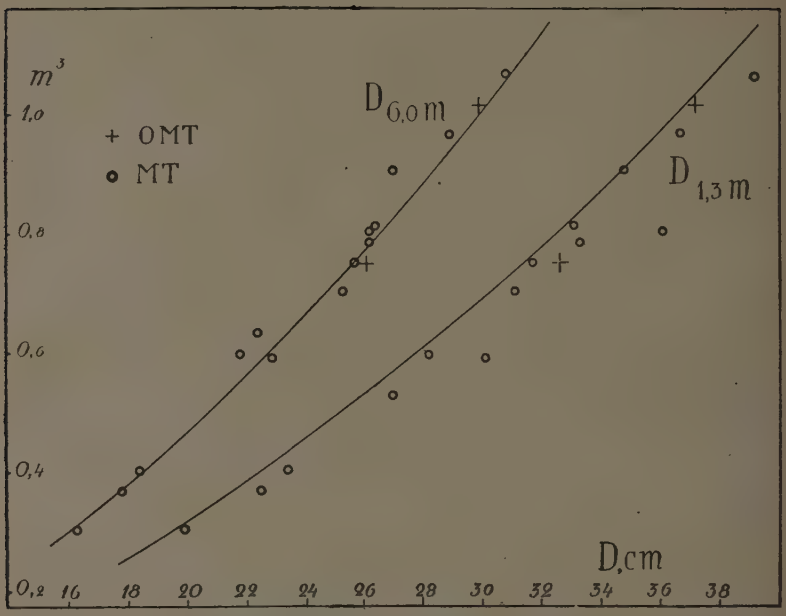
Mielenkiintoista on havaita, että ylemmät läpimitat eivät ollenkaan ole soveliaita perusläpimitan mittakohdaksi. Niinpä puolta korkeutta perusläpimittana vastaava dispersioarvo on kaikissa pituusluokissa suurempi, kuin rinnankorkeutta vastaava luku, pituusluokassa 14 m vieläpä miltei kaksi kertaa suurempi.

Kaikissa pituusluokissa on perusläpimitan mittakorkeudelle 3 metriä

laskettu dispersioarvo suunnilleen yhtä suuri. Selvää on, että minkäänlaista kaikkien pituusluokkien keskimääräistä dispersiota ei voi laskea, mutta varsin turvallisesti voi käyttää saatua suurinta dispersiota 4.8 %, mikä oli pituusluokassa 14 m, jos tahtoo mainita luvun, jonka ilmaisemiin rajoihin kaikki tutkitut pituusluokat sopeutuvat. Dispersion merkityksen mukaan (vrt. esim. CHARLIER 1910, s. 18) on odotettavaa, että 3 metrin perusläpimitalle laaditut massataulukot antavat yksityisiin puihinkin nähden arvoja, joista käytännöllisesti katsoen huonoimmassakaan tapauksessa eivät todelliset arvot poikkea enemmän kuin ± 3 kertaa 4.8 %, eli siis ± 14.4 %, n. 2/3 kaikista tapauksista pysyessä ainakin rajoissa ± 4.8 %, mutta todennäköisesti hieman ahtaammissakin puitteissa. Huomattava on, että sanottu voi pitää paikkansa vain 13 metriä pitemmille puille, sillä lyhyempiä ei tässä suhteessa ole tutkittu ja niissä varmasti prosenttinen virhemahdollisuus onkin suurempi, koska kuutiomäärät itse ovat pienempiä.[1] Myös tulee huomata, että pituusluokkien tasoituskäyrät ovat piirretyt toisistaan aivan riippumatta, joten niitä kokonaisuudeksi, nimittäin massataulukoiksi, sommiteltaessa voi siirtymisiä tapahtua ja niiden mukana dispersio suureta.

Uuden perusläpimitan mittakohdan määrääminen ei ole ollut riippuvainen yksin tyvilaajenemasta, vaan hyvin suuresti puun runkomuodosta yleensäkin. Johtuuhan puun runkomuodon ja kuutiomäärän keskinäisestä suhteesta suorastaan, että hyvänmuotoisten puiden täytyy asettua massakäyrän yläpuolelle alhaisia perusläpimittoja käytettäessä, siirtyäkseen ylempiin perusläpimittoihin tultaessa käyrän alapuolelle. Huonomuotoiset puut suhtautuvat tietenkin aivan päinvastoin, ja puut, joilla runkomuoto on keskinkertainen, asettuvat aina lähelle tasoituskäyrää, riippumatta perusläpimitan mittaamiskorkeudesta. Puiden täytyy siis ikäänkuin siirtyä käyrän toiselta puolelta toiselle perusläpimittaa nostettaessa, ja silloin on tietysti olemassa kohta, jossa kaikki puut asettuvat mahdollisimman lähelle tasoituskäyrää. Tämä on juuri etsitty ihanteellinen perusläpimitan mittaamiskorkeus. — Selitetyn siirtymisen voi todeta kuvasta N:o 5, johon on piirretty kuvasta N:o 2 perusläpimittojen 1.3 ja 6.0 m massakäyrät sekä kaikki ne pisteet, jotka rinnankorkeus perusläpimittana asettuvat tasoituskäyrän alapuolelle. Havaitaan, että 6 m:n käyrässä pisteet tosiaan ovat »siirtyneet» käyrään päin, kaikkein useimmat ovat tulleet tasoituskäyrän yläpuolelle.

[1] Jos tahtoisi saada pienet puut poikkeamiin nähden verrannollisiksi suurempien puiden kanssa, olisi tarpeellista ilmaista kuutiomäärä ainakin 5 desimaalilla.



Kuva N:o 5. Perusläpimitan mittakorkeuden vaikutus koepuun asemaan massakäyrään nähden.

Fig. N:o 5. Einfluss der Messhöhe des Grunddurchmessers auf die Stellung des Probebaumes mit bezug auf die Massenkurve.

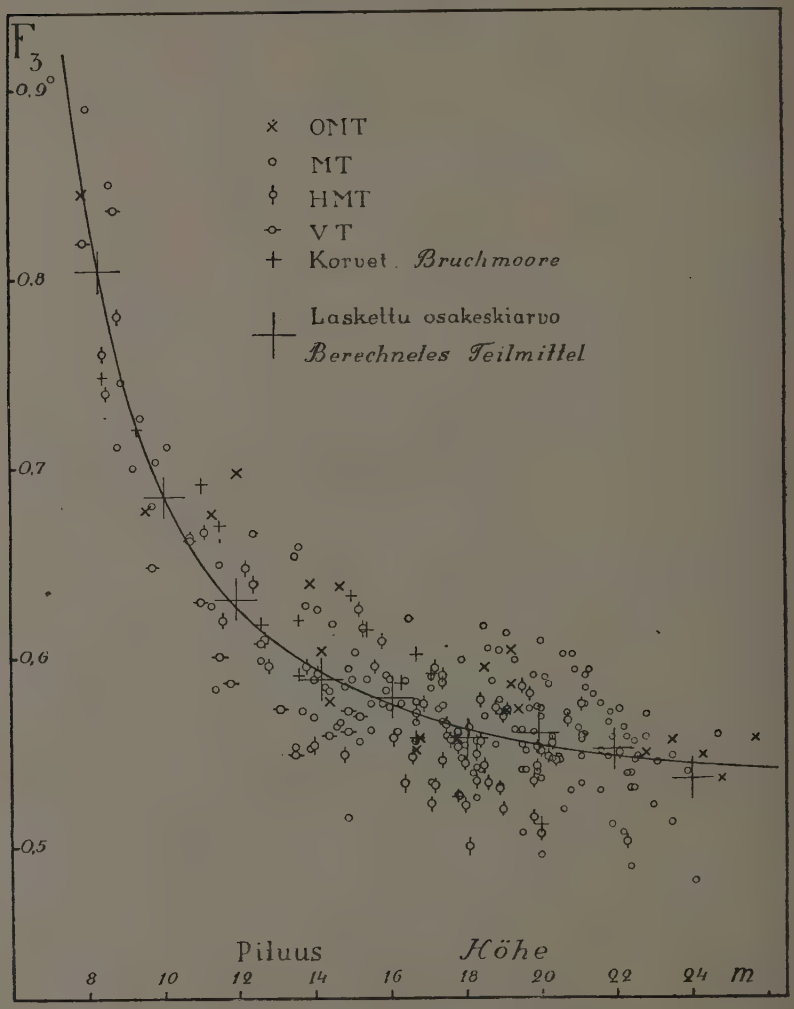
On ajateltavissa, että puulajille, jonka tyvilaajenema ei aiheuta tuntuvaa säännöttömyyttä, täten voidaan löytää perusläpimitan mittaamiskorkeus, jolle rakentuvista massataulukoista yksityisenkin puun kuutiomäärä voidaan saada tarkkuudella, joka tietää vielä ahtaampia virherajoja, kuin edellä olevassa pohjois-Karjalan koivulle määrätyt.

V. Massataulukko.

Koska edellä olevan nojalla uusi perusläpimitta on määrätty paraiten mitattavaksi 3 metrin korkeudelta, voidaan tähän nojaten ruveta valmistamaan varsinaisia massataulukoita.

Kirjallisuuskatsauksesta lienee käynyt selville, että massataulukoita laadittaessa on tullut yleiseksi menetelmäksi laskea väliasteeksi m u o t o l u v u t, koska näiden tasoittamista pidetään varmempana, kuin kuutiomäärien tasoittamista. Seuraten tätä hyväksi havaittua menetelmää on tässäkin ensinnä otettu tutkittavaksi 3 metrin korkeudelle lasketut muotoluvut. Muotoluvulla tarkoitetaan tässä n.s. runkomuotolukua, jossa siis koko rungon kuutiomäärää maasta huippuun, kuitenkin ilman oksia, verrataan sellaisen lieriön tilavuuteen, jonka pohja on yhtä suuri kuin puun pohjapinta-ala 3 metrin korkeudelta ja korkeus sama kuin puun. — Kirjallisuudesta ei ole löydettävissä tietoja näin korkean perusläpimitan muotoluvuista, mutta hyvin luultavaa on, että lyhyillä puilla tällainen muotoluku ei vastaa tarkoitustaan, koska melkoinen osa rungosta jää mittakohdan alapuolelle. Selväähän on kuitenkin, että niin korkeata perusläpimittaa kuin 3 m, ei voi käyttää muualla, kuin varttunutta metsää kuutioitaessa ja silloin ovat pienissä puissa mahdollisesti syntyvät virheet vähäpätöisiä merkitykseltään.

Rinnankorkeusmuotoluvun on aina huomattu olevan r i i p p u v a i s e n p i t u u d e s t a siten, että pitkillä puilla on pienempi muotoluku kuin lyhyillä. Kuvasta N:o 6 ilmenee, että 3 metrin muotoluku myös hyvin selvästi noudattaa tätä lakia. Mainitussa kuvassa ovat kaikki 7 m pitempien koepuiden muotoluvut sijoitetut samaan koordinaatistoon, jossa abskissalla on pituus ja ordinaatalla muotoluku. Koepuut ovat metsätyypin mukaan merkityt erilaisilla merkeillä. Metsätyypit näyttävät jotenkin selvästi eroavan toisistaan siten, että paremmilla mailla on muotoluku suurempi. Korvet muodostavat poikkeuksen, mutta tämä johtunee korpikoivujen muihin verrattuna hyvin korkeasta iästä.



Kuva N:o 6. 3 metrin muotolukujen (F_3) tasoittaminen.
Fig. N:o 6. Ausgleichung der 3 m Formzahlen (F_3).

Jotta läpimitan mahdollinen vaikutus muotoluku kuun tulisi tutkituksi, ovat muotoluvut 2 metrin pituusluokittain merkityt koordinaatistoihin, joissa abskissana on 3 metrin läpimitta ja ordinaatana itse muotoluku. Syntyneitä diagrammeja ei ole voitu julkaista mutta niiden tarkastelu osoittaa, että käsillä olevan aineiston nojalla on erinomaisen vaikeata mennä tekemään johtopäätöksiä suuntaan tai toiseen ja vielä vaikeampaa on ryhtyä suorittamaan mitään riidattomia tasoituksia. Alemmissa pituusluokissa tosin havaitsee, että muotoluku näyttää suurenevan läpimitan pienetessä, niinkuin epäilemättä odottaa sopiikin, mutta ylemmissä pituusluokissa näyttää lähinnä siltä, kuin olisi muotoluku riippumaton läpimitasta. Rinnankorkeusmuotoluvun suhteen on asian kyllä havaittu useinkin olevan näin, mutta kuten sanottu ei 3 metrin tai siihen verrattavan läpimitan muotoluvuista ole saatavissa tietoja. Varmojen johtopäätöksien tekemiseksi tässä suhteessa on käsillä oleva aineisto joka tapauksessa liian pieni. Tähän ja ikämääräyksen epämääräisyyteen nähden ei ole katsottu olevan mahdollista ryhtyä tutkimaan iän ja muotoluvun keskinäistä suhdetta.

Massataulukoiden laatimista varten on nyt pakko perustaa työ sille olettamukselle, että läpimitalla ei ole vaikutusta muotolukuun. Tämä olettamus on 14—15 m pitemmille puille kylläkin hyvin todennäköinen. Lyhyemmille puille ei taasen luultavasti täten valmistettavista massataulukoista tulla saamaan tarkinta mahdollista kuutiota. Edelläkin on jo huomautettu siitä, että tällainen epätarkkuus on merkitykseltään suhteellisen vähäpätöistä.

Piirtämällä kuvassa N:o 6 olevalle pisteistölle tasoituskäyrä, saadaan selville keskimääräiset muotoluvut, joiden avulla massataulukot suo-

Taulukko VII. Tasoitetut muotoluvut.
Tabelle VII. Die ausgeglichenen Formzahlen.

Pituus, m *Höhe, m*	Muotoluku *Formzahl*	Pituus, m *Höhe, m*	Muotoluku *Formzahl*	Pituus, m *Höhe, m*	Muotoluku *Formzahl*
7	0.982	14	0.594	21	0.549
8	0.836	15	0.583	22	0.546
9	0.739	16	0.574	23	0.544
10	0.684	17	0.568	24	0.543
11	0.649	18	0.562	25	0.541
12	0.625	19	0.557	26	0.540
13	0.607	20	0.553		

rastaan voidaan laskea. Tasoituksen helpottamiseksi on ensin laskettu kunkin 2 metrin pituusluokan koepuiden keskipituus ja keskimuotoluku, mitkä osakeskiarvoina ovat risteillä merkityt koordinaatistoon. Näiden nojalla on tasoituskäyrän piirtäminen melkoista varmempaa, kuin yksin tuntuvasti hajaantuvan pisteistön nojalla. Tasoituskäyrää vastaavat muotolukuarvot ovat esitetyt taulukossa VII.

Kun tasoitettujen muotolukujen nojalla lasketaan massataulukko, saadaan tulokseksi eräässä suhteessa ilmeinen mahdottomuus. Tämän selvittämiseksi on syntyneen massataulukon »pieni pää» esitetty taulukossa VIII. Tästä nähdään, että kuutiomäärät 9 metrin pituudesta alaspäin mentäessä alkavat suureta. Syy tähän luonnottomuuteen on kyllä helposti

Taulukko VIII. **Kuvan n:o 6 tasoituskäyrän mukaan lasketun massataulukon »pieni pää».**

Tabelle VIII. Das nach der Ausgleichungskurve Fig. 6 berechnete »kleine Ende» der Massentafel.

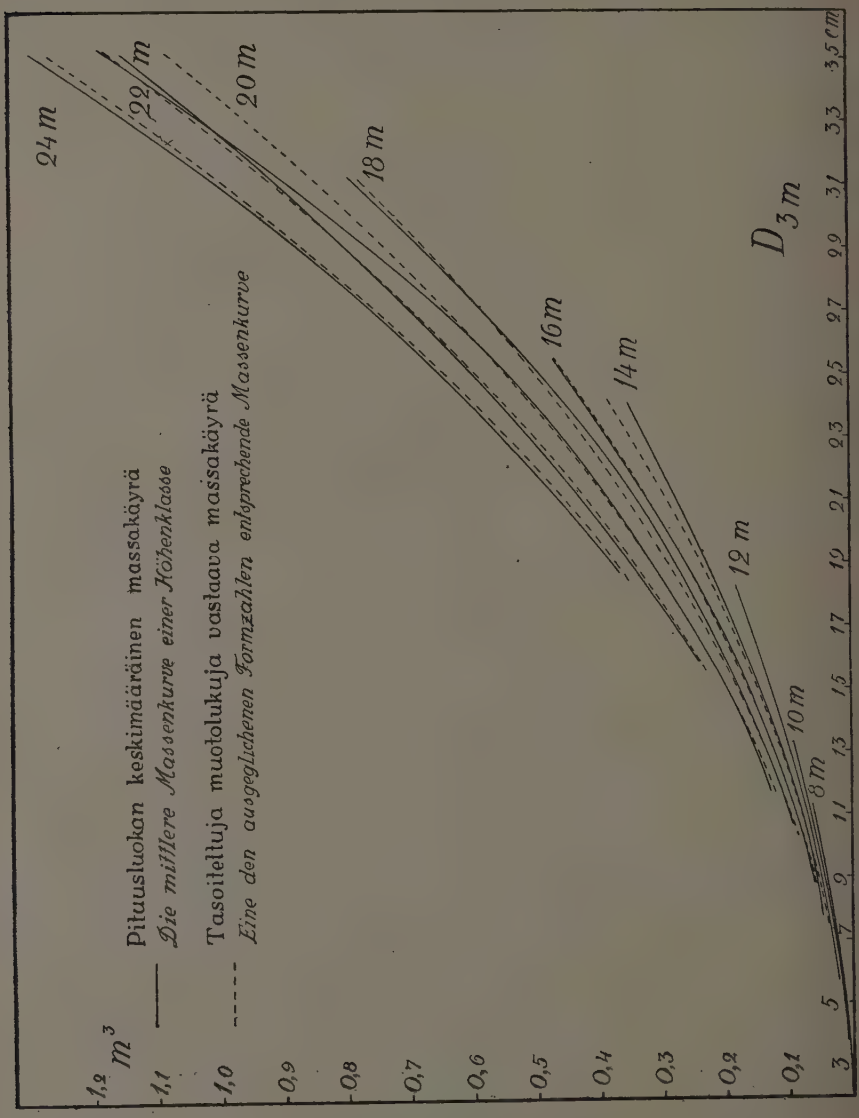
Läpimitta 3 m korkeudelta, cm *Durchmesser in der Höhe von 3 m, cm*	Pituus, m *Höhe, m*					
	7	8	9	10	11	12
2	0.002	0.002	—	—	—	—
3	0.005	0.005	—	—	—	—
4	0.009	0.008	0.008	0.009	—	—
5	0.013	0.013	0.013	0.013	0.014	0.015
6	0.019	0.019	0.019	0.019	0.020	0.021
7	0.026	0.026	0.026	0.026	0.027	0.029
8	0.035	0.034	0.033	0.034	0.036	0.038
9	0.044	0.043	0.042	0.044	0.045	0.048
10	—	0.053	0.052	0.054	0.056	0.059
11	—	0.064	0.063	0.065	0.068	0.071
12	—	—	0.075	0.077	0.081	0.085
13	—	—	0.088	0.091	0.095	0.100

löydettävissä. Kuvassa N:o 6 oleva tasoituskäyrä on ilmeisesti pienien puiden suhteen tullut piirretyksi liian korkealle riittävän aineiston puutteessa. Koska kuitenkin suoritettu tasoitus näyttää jotenkin riidattomalta, olisi virheen korjaaminen mielivaltaista. Seuraavassa esitettävän vertailun yhteydessä ilmenee kuitenkin tapa, jonka avulla massataulukko saadaan

vapaaksi tästä mahdottomuudesta, jonka pohjimmaisena aiheuttajana lienee se, että 3 m sijatsee liian korkealla perusläpimitaksi näin lyhyille puille (vrt s. 43).

* * *

Kuten aikaisemmin on viitattu, voitaisiin massataulukko laatia sitenkin, että tasoitettaisiin vain kuutiomäärät keskenään. Täten saataisiin aikaan toinen massataulukko, joka perustuen samaan aineistoon on valmistettu aivan toista menetelmää käyttäen. Vertaamalla näitä massataulukoita toisiinsa voitaisiin kenties saada valaistusta kysymyksiin, joita toinen tai toinen menetelmä ei yksin kykene ratkaisemaan. Perusläpimitan mittaamiskohtaa tutkittaessa onkin tullut suoritetuksi melkoinen työmäärä koepuita pituusluokittain keskenään tasoitettaessa. Näin saatujen 14, 18, 22 ja 24 metrin pituusluokkien tasoituskäyrien lisäksi on aivan samoja periaatteita, jotka s. 36 ovat mainitut, noudattaen piirretty puuttuvien pituusluokkien tasoituskäyrät. Syntyneistä pituusluokkien massakäyristä pitäisi nyt saada helposti massataulukko tekemällä lukemia kunkin senttimetrin kohdalta ja interpoloimalla pituusluokkien väliarvot. Kuten jo aikaisemmin on viitattu ovat kuitenkin eri pituusluokkien massakäyrät piirretyt toisistaan aivan riippumatta, joten on mahdollista, ettei niiden muoto ole aivan yhdenmukainen. Tätä on syy tutkia ja voidaankin se helposti suorittaa piirtämällä kaikkien pituusluokkien massakäyrät samaan koordinaatistoon. Kuvassa N:o 7 ovat ehyet viivat mainitut massakäyrät. Kuvan tarkastelu pakottaa toteamaan, että käyrien kulku yhdenmukaisuuteen nähden jättää paljon toivomisen varaa. Etenkin 20 metrin pituusluokan käyrä kulkee tavalla, joka tuntuvasti poikkeaa muista. Kun kuitenkin tietää, että tämän käyrän yläpään kulun määrää pääasiassa kolme pistettä, jotka tietenkin helposti voivat olla keskiarvoista samalle puolelle poikkeavia, niin ymmärtää, että säännöttömyyden aiheuttaa aineiston riittämättömyys. Ei siis nähtävästi tätä tietä voida laatia massataulukoita tällä kertaa. On kyllä vielä ajateltavissa, että pituusluokkien massakäyrät voitaisiin tasoittaa keskenään yhdenmukaisiksi, mutta lähemmin ajatellessa huomaa tämän hyvin vaikeaksi. On nim. otettava huomioon, että kunkin käyrän eri osat ovat sellaisessa tasoituksessa eri painoisia riippuen kulloinkin siitä koepuiden lukumäärästä, joka kyseellisen käyräkohdan kulun on määrännyt. Näyttää ainakin siltä, ettei täten mahdollisesti saatava massataulukko ole siinä määrin varma, että sen nojalla voisi tehdä ratkaisevia johtopäätöksiä esim. muotoluvun ja läpimitan välisestä suhteesta.



Kuva N:o 7. Pituusluokkien keskimääräiset sekä tasoitettuja muotolukuja vastaavat massakäyrät.

Fig. N:o 7. Die durchschnittlichen und die den ausgeglichenen Formzahlen der Höhenklassen entsprechende Massenkurven.

Kuvassa N:o 7 olevat käyrät tarjoavat sen sijaan mahdollisuuden suorittaa erään toisen hyvin mielenkiintoisen vertailun. Jos nimittäin muotolukujen nojalla laadittu massataulukko muodostaa aineiston onnistuneen tasoituksen, pitää taulukon mukaan piirrettyjen massakäyrien myös tasoittaa kuvassa olevat massakäyrät siihen tapaan, kuin edellisessä kappaleessa on hahmoteltu. Kuvaan ovatkin taulukkoa vastaavat massakäyrät piirretyt katkoviivaa käyttäen. Havaitaan, mikäli asiaa voi silmämääräisesti arvostella, että katkoviivat näyttävät muodostavan erinomaisen onnistuneen ehjäviivaisten käyrien tasoituksen keskenään yhdenmukaisiksi.

Alempien pituusluokkien, kuutiomäärien nojalla tasoitettujen, massakäyrien toisiinsa verrattuina yhdenmukainen kulku tekee mahdolliseksi oikaista edellä laaditussa massataulukossa ilmenneet epäjohdonmukaisuudet, mihin jo on viitattukin. Käyristä otettujen arvojen täydentämä lopullinen massataulukko on esitetty taulukossa IX. Mainittakoon, että tähän massataulukkoon ovat 4—8 metrin pituusluokkien kuutiomäärät otetut suorastaan kuutiomäärien nojalla tasoitetuista massakäyristä.

Taulukko IX. **Massataulukko**

Tabelle IX. Massentafel für

Läpimitta 3 m korkeudelta, cm *Durchmesesr in der Höhe von 3 m, cm*	Pituus, m											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0.001	0.001	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	—	—	—	—	—	—	—
3	—	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	—	—	—	—	—	—
4	—	0.007	0.008	0.008	0.008	0.008	0.009	—	—	—	—	—
5	—	—	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.014	0.015	—	—	—
6	—	—	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.020	0.021	0.022	0.024	0.025
7	—	—	0.025	0.025	0.026	0.026	0.026	0.027	0.029	0.030	0.032	0.034
8	—	—	—	0.032	0.032	0.033	0.034	0.036	0.038	0.040	0.042	0.044
9	—	—	—	0.041	0.041	0.042	0.044	0.045	0.048	0.050	0.053	0.056
10	—	—	—	—	0.050	0.052	0.054	0.056	0.059	0.062	0.065	0.069
11	—	—	—	—	0.060	0.063	0.065	0.068	0.071	0.075	0.079	0.083
12	—	—	—	—	—	0.075	0.077	0.081	0.085	0.089	0.094	0.099
13	—	—	—	—	—	0.088	0.091	0.095	0.100	0.105	0.110	0.116
14	—	—	—	—	—	—	0.105	0.110	0.115	0.122	0.128	0.135
15	—	—	—	—	—	—	0.121	0.126	0.133	0.140	0.147	0.155
16	—	—	—	—	—	—	—	0.144	0.151	0.159	0.167	0.176
17	—	—	—	—	—	—	—	0.162	0.170	0.179	0.189	0.199
18	—	—	—	—	—	—	—	—	0.191	0.201	0.212	0.223
19	—	—	—	—	—	—	—	—	0.213	0.224	0.236	0.248
20	—	—	—	—	—	—	—	—	0.236	0.248	0.261	0.275
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.274	0.288	0.303
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.300	0.316	0.332
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.328	0.346	0.363
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.376	0.396
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.408	0.429
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.441	0.464
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.476	0.501
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.539
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.578
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.619
31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Pohjois-Karjalan koivulle.

die Birke von Nord-Karjala.

Höhe, m											Läpimitta 3 m korkeudelta, cm *Durchmesser in der Höhe von 3 m, cm*
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
0.035	0.037	0.039	—	—	—	—	—	—	—	—	7
0.046	0.049	0.051	0.053	0.056	0.058	—	—	—	—	—	8
0.058	0.061	0.064	0.067	0.070	0.073	0.076	0.080	—	—	—	9
0.072	0.076	0.079	0.083	0.087	0.091	0.094	0.098	0.102	0.106	—	10
0.087	0.092	0.096	0.101	0.105	0.110	0.114	0.119	0.124	0.128	0.133	11
0.104	0.109	0.114	0.120	0.125	0.130	0.136	0.142	0.147	0.153	0.159	12
0.122	0.128	0.134	0.140	0.147	0.153	0.159	0.166	0.173	0.179	0.186	13
0.141	0.149	0.156	0.163	0.170	0.177	0.185	0.193	0.200	0.208	0.216	14
0.162	0.171	0.179	0.187	0.195	0.204	0.212	0.221	0.230	0.239	0.248	15
0.185	0.194	0.203	0.213	0.222	0.232	0.242	0.252	0.262	0.272	0.282	16
0.208	0.219	0.230	0.240	0.251	0.262	0.273	0.284	0.296	0.307	0.319	17
0.234	0.246	0.257	0.269	0.281	0.293	0.305	0.318	0.331	0.344	0.357	18
0.260	0.274	0.287	0.300	0.314	0.327	0.341	0.355	0.369	0.383	0.398	19
0.289	0.303	0.319	0.333	0.348	0.362	0.377	0.393	0.409	0.425	0.441	20
0.318	0.334	0.350	0.367	0.383	0.399	0.416	0.433	0.451	0.468	0.486	21
0.349	0.367	0.385	0.402	0.420	0.438	0.456	0.476	0.495	0.514	0.534	22
0.382	0.401	0.420	0.440	0.459	0.479	0.499	0.520	0.541	0.562	0.583	23
0.415	0.437	0.458	0.479	0.500	0.522	0.543	0.566	0.589	0.612	0.635	24
0.451	0.474	0.497	0.520	0.543	0.566	0.590	0.614	0.640	0.664	0.689	25
0.488	0.513	0.537	0.562	0.587	0.612	0.638	0.664	0.692	0.718	0.745	26
0.526	0.553	0.579	0.606	0.633	0.660	0.688	0.716	0.746	0.774	0.804	27
0.566	0.595	0.623	0.652	0.681	0.710	0.739	0.770	0.803	0.833	0.865	28
0.607	0.638	0.668	0.699	0.731	0.761	0.793	0.826	0.861	0.893	0.927	29
0.649	0.684	0.715	0.748	0.782	0.815	0.849	0.884	0.921	0.956	0.992	30
0.693	0.729	0.764	0.799	0.835	0.870	0.907	0.944	0.984	1.021	1.060	31
0.739	0.777	0.814	0.851	0.889	0.927	0.966	1.006	1.048	1.088	1.129	32
0.786	0.826	0.865	0.905	0.946	0.986	1.027	1.070	1.114	1.157	1.201	33
0.834	0.877	0.918	0.961	1.004	1.047	1.090	1.136	1.183	1.228	1.275	34
—	0.929	0.973	1.018	1.064	1.109	1.155	1.204	1.253	1.301	1.351	35
—	0.983	1.029	1.077	1.125	1.174	1.222	1.274	1.326	1.377	1.429	36

VI. Laaditun massataulukon käyttökelpoisuuden tutkiminen.

A. Vertailu omaan aineistoon.

Massataulukkoa laadittaessa käytettyjen tasoitusmenetelmien onnistuneisuutta voidaan tarkastella vertaamalla massataulukkoa sen omaan aineistoon, kuten edellisen luvun lopussa jo osin on tehtykin. Vertailu voidaan suorittaa sitenkin, että koepuut kuutioidaan uudestaan massataulukon avulla ja verrataan täten saatua tulosta todelliseen, joka tunnetaan. Tämä on suoritettu kaikkiin 4 m pitempiin puihin nähden ja on tulokseksi saatu taulukko X, jossa koepuut ovat yhdistetyt metsätyypit-

Taulukko X. Kerätyn aineiston massataulukon mukainen kuutio sen todelliseen kuutioon verrattuna.

Tabelle X. Das Volumen des eingesammelten Materials nach der Massentafel, verglichen mit dessen wirklichem Volumen.

Metsätyyppi *Waldtyp*	Kuutiomäärä, m^3 *Volumen, m^3*		Syntynyt virhe, *Entstandener Fehler,*		Koepuiden lukumäärä *Anzahl der Probestämme*
	Taulukosta *Aus der Tafel*	Todellinen *Wirkliches*	m^3	%	
OMT	6.394	6.502	− 0.108	− 1.69	24
MT	54.733	55.235	− 0.502	− 0.91	152
HMT	21.083	20.765	+ 0.318	+ 1.51	64
VT	1.872	1.782	+ 0.090	+ 4.82	16
[1]	3.760	3.777	− 0.017	− 0.45	16
Yhteensä Keskimäärin *Zusammen Durchschnittlich*	87.842	88.061	− 0.219	− 0.25	272

[1] Korvet *Bruchmoore*

täin. Taulukko osoittaa, että massataulukko on antanut koepuiden kokonaissumman vähän liian pieneksi, mutta joka tapauksessa hyvin tarkasti. Metsätyypit eroavat toisistaan aivan samoin, kuin muotolukua tutkittaessa on havaittu.

Koepuiden prosenttisten poikkeamien tutkiminen tarjoaa kuitenkin objektiivisemman mahdollisuuden massataulukon käyttökelpoisuuden tutkimiseksi, kuin itse kuutiomäärien vertailu, koska muutamat harvatkin suuret puut voivat helposti siirtää tuloksen suuntaan, joka kenties ei vastaa asiain todellista tilaa. Jo mainituista syistä voivat prosenttisetkin poikkeamat tulla kysymykseen vain suurempia puita tutkittaessa. Koska perusläpimitan määräämisen yhteydessä poikkeamien puolesta tutkittujen koivujen pituuden alarajaksi otettiin 13 m, lienee syytä tässäkin vertailussa ottaa sama raja käytäntöön, vaikka raja ehkä oikeammin olisikin sijoitettava kuutiomäärän mukaan. — Yhdistelemällä saadut poikkeamat kahden prosentin intervalleihin saadaan tulokseksi taulukossa XI oleva sarja. Nähdään, että se on muodoltaan aivan ihanteellisen

Taulukko XI. **Tutkittujen koepuiden kuutiomäärien hajaantuminen massataulukkoarvojen ympärille.**

Tabelle XI. Die Verstreuung der Volumina der untersuchten Probestämme um die Massentafelwerte herum.

Poikkeama massataulukkoarvosta, % *Abweichung von den Massentafelwerten, %*	14 +	12	10	8	6	4	2	0	2 —	4	6	8	10	12	Yhteensä *Zusammen*
Koepuita, kpl. *Anzahl der Probestämme*	1	1	5	12	17	22	31	37	33	25	16	11	5	2	218

normaalinen ja että poikkeamat tasaisesti hajaantuvat kahden puolen massataulukon arvoja. Sarjan aritmeettiseksi keskiarvoksi saadaankin 0.00 ± 0.33 %. Tämä tietää, että suoritettu tasoitus kokonaisuuteen katsoen on onnistunut erinomaisen hyvin. Sarjan dispersioksi saadaan 4.93 ± 0.24 %. Kun muistetaan, että s. 38 mainitut muutamien pituusluokkien vastaavat dispersiot olivat 4.80 ± 0.58 %, 4.46 ± 0.43 %, 4.12 ± 0.48 % ja 4.62 ± 0.94 %, niin huomataan tämänkin karakteristikan viittaavan siihen, että tasoitus on onnistunut. Erotus dispersioarvojen kesken on nimittäin keskivirheet huomioon ottaen pieni, ja kuten s. 41 on osoitettu, oli suurempi dispersion arvo odotettavissakin.

Tuloksena omaan aineistoon nähden suoritetusta vertailusta voidaan sanoa, että laadittu massataulukko näyttää muodostavan aineiston onnistuneen tasoituksen.

B. Vertailu vieraaseen aineistoon.

Helsingin yliopiston metsänarvioimisen harjoitustöiden yhteydessä otetuilla koealoilla kaadetut ja pätkittäin kuutioidut koepuut tarjosivat tekijälle tilaisuuden suorittaa laaditun massataulukon suhteen vertailukuutioimisen aivan vieraaseen aineistoon nähden, joka kuitenkin on koottu pohjois-Karjalasta, kuten massataulukon aineistokin. Mainitut harjoitustyöt ovat nim. v. 1917 ja 1919—1924 olleet sijoitetut Enon, Juuan, Pielisjärven, Polvijärven ja Rautavaaran pitäjiin, kunakin vuotena verraten rajoitetulle alueelle. Kokoamalla tältä ajalta kaikki koivukoepuut on saatu 332 koepuuta käsittävä vertailuaineisto. Sen kuvaamiseksi ovat koepuut yhdistetyt ikäluokittain ja metsätyypittäin taulukkoon XII. Taulukosta ilmenee, että enimmät koepuut ovat mitatut mustikka- ja

Taulukko XII. **Vertailukoepuiden jakaantuminen eri metsätyypeille ja ikäluokkiin.**

Tabelle XII. Die Verteilung der Vergleichsprobestämme auf die verschiedenen Waldtypen und Altersklassen.

Metsätyyppi *Waldtyp*	Ikäluokka *Altersklasse*								Yhteensä *Zusammen*
	30	50	70	90	110	130	141 +	?	
	Koepuiden lukumäärä *Anzahl der Probestämme*								
OMT	—	1	5	—	—	—	—	—	6
MT	4	22	61	36	13	5	5	—	146
VT	—	26	39	22	5	3	—	1	96
CT	—	5	8	2	—	—	—	—	15
[1]	—	1	5	4	4	1	2	4	21
[2]	—	8	11	—	2	—	1	—	22
?	—	2	3	2	—	—	—	19	26
Yhteensä *Zusammen*	4	65	132	66	24	9	8	24	332

[1] Korvet *Bruchmoore*
[2] Rämeet *Reisermoore*

puolukkatyypiltä, kun taas koepuita muilta tyypeiltä on verraten vähän. Lukuun ottamatta kaikkein nuorimpia ikäluokkia, ovat kaikki ikäluokat aina vanhimpiin saakka edustettuina. Osalla koepuita ei kuitenkaan ole ollut merkittynä metsätyyppiä eikä ikäluokkaa laisinkaan.

Nämä koepuut ovat kaikki järjestään kuutioidut massataulukon avulla ja ovat tulokset, erotellen eri vuosien koepuut toisistaan, esitetyt taulukossa XIII. Tästä nähdään, että massataulukko on kyennyt kuutioimaan

Taulukko XIII. **Vertailuaineiston massataulukon mukainen kuutio sen todelliseen kuutioon verrattuna.**

Tabelle XIII. Das Volumen des Vergleichsmaterials nach den Massentafeln, verglichen mit dessen wirklichem Volumen.

Vuosi *Jahr*	Kuutiomäärä, m³ *Volumen*, m³		Syntynyt virhe, *Entstandener Fehler*,		Koepuiden lukumäärä *Anzahl der Probestämme*
	Taulukosta *Aus der Tafel*	Todellinen *Wirkliches*	m³	%	
1917	12.238	12.080	+ 0.158	+ 1.29	79
1919	10.944	10.815	+ 0.129	+ 1.18	63
1920	7.163	7.075	+ 0.088	+ 1.23	54
1921	7.388	7.504	− 0.116	− 1.57	44
1922	4.219	4.234	− 0.015	− 0.36	34
1923	3.468	3.521	− 0.053	− 1.53	25
1924	4.941	4.947	− 0.006	− 0.01	33
Yhteensä Keskimäärin *Zusammen Durchschnittlich*	50.361	50.176	+ 0.185	+ 0.37	332

vieraan aineiston kokonaisuutena aivan erinomaisesti. Kunakin vuotena mitatut koepuut on massataulukko myös kuutioinut varsin hyvin, vaikka erät ovatkin pieniä ja kunakin vuotena mitatut laajan maakunnan eri osissa.

Kuten oman aineiston vertailun yhteydessä, on tässäkin täysi syy tutkia myös koepuiden prosenttista hajaantumista taulukkokeskiarvojen ympärille. Tutkittaviksi ovat nytkin otetut kaikki 13 metriä pitemmät koepuut. Yhdistelemällä poikkeamat taasen 2 prosentin intervalleihin saadaan taulukossa XIV oleva sarja, joka siis vastaa taulukossa XI s. 53 olevaa oman aineiston sarjaa. Samoin kuin se, on tämäkin sarja muodol-

Taulukko XIV. **Vertailuaineiston koepuiden kuutiomäärien hajaantuminen massataulukkoarvojen ympärille.**

Tabelle XIV. Die Verstreuung der Volumina der Probestämme des Vergleichsmaterials um die Massentafelwerte herum.

Poikkeama massataulukkoarvosta, % *Abweichung von den Massentafelwerten, %*	12	10	8	6	4	2	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	Yhteensä *Zusammen*
	+															—	
Koepuita, kpl *Anzahl der Probestämme*	2	9	8	17	26	29	38	28	24	14	12	3	4	2	1	1	218

taan hyvin normaalista eksponentiaalikäyrää lähentelevä. Taulukon XIV sarjalle laskettu aritmeettinen keskiarvo on arvoltaan -0.14 ± 0.37 %. Tämä on merkiltään päinvastainen, kuin taulukossa XIII saatu poikkeama, mikä oli $+0.37$ %. Erotus ei kuitenkaan ole suuri ja mikä pääasia: kumpaisetkin arvot osoittavat massataulukon kuutioineen kokonaissumman erinomaisen hyvin. Sarjan dispersioksi saadaan 5.44 ± 0.26 %, mikä on suurempi, kuin omalle aineistolle saavutettu vastaava arvo, mikä oli 4.93 ± 0.24 %. Näiden dispersioarvojen erotus 0.51 % on kuitenkin vielä tuntuvasti pienempi vastaavaa erotuksen kolminkertaista keskivirhettä, mikä on 1.05 %. Todennäköisyyslaskelman mukaan (vrt. esim. CHARLIER 1910, s. 23) tietää tämä sitä, että dispersioarvojen erotus on katsottava sattumasta riippuvaksi. — Muuten vertailuaineiston suurempi dispersio helposti saa selityksensäkin siitä, että vertailukoepuut keskimäärin ovat tuntuvasti pienempiä kuin tutkimuksen perusaineiston koepuut, minkä helposti huomaa tarkastellessaan rinnan taulukoita X ja XIII. Tästä pakostakin johtuu, että prosenttiset virheet ja samalla niiden dispersio suurenevat. Tämän huomioon ottaen voinee sanoa, että dispersioarvojen välinen erotus on melkeinpä vähäpätöinen.

Yhdistelemällä prosenttiset poikkeamat vuosittain saadaan tulokseksi taulukko XV. Siitä nähdään, että poikkeamaprosenttien aritmeettinen keskiarvo merkkinsä puolesta seuraa taulukossa XII olevia virheprosentteja suuruuden vaihdellessa jonkun verran poikkeavasti. Vaihtelu on kuitenkin siksi pieni, että voi sanoa suoranaisesta kuutiomäärävertailusta tässä tapauksessa saatavan suunnilleen yhtä hyvän kuvan massataulukon käyttökelpoisuudesta, kuin paljon työläämmästä prosenttivertailusta. Muuten osoittavat taulukot XIII ja XV selvästi, että nyt laadittu massa-

Taulukko XV. **Vertailuaineiston koepuiden kuutioiden hajaantuminen massataulukkoarvojen ympärille. Hajaantumisen dispersio ja aritm. keskiarvo eri vuosina.**

Tabelle XV. Die Verstreuung der Volumina der Probestämme des Vergleichsmaterials um die Massentafelwerte herum. Die Dispersion und das arithmetische Mittel der Verstreuung in verschiedenen Messjahren.

Mittausvuosi *Messjahr*	Hajaantumisen aritmeettinen keskiarvo, % *Arithmetisches Mittel der Verstreuung, %*	Hajaantumisen dispersio, % *Dispersion der Verstreuung, %*	Koepuiden lukumäärä *Anzahl der Probestämme*
1917	+ 0.26 ± 0.67	4.95 ± 0.48	54
1919	+ 0.40 ± 0.83	5.52 ± 0.58	45
1920	+ 1.50 ± 0.96	5.38 ± 0.67	32
1921	− 1.94 ± 0.98	5.62 ± 0.69	33
1922	− 0.50 ± 1.50	4.77 ± 1.19	16
1923	− 1.88 ± 1.41	5.80 ± 1.00	17
1924	− 0.48 ± 1.15	5.27 ± 0.81	21
Keskimäärin *Durchschnittlich*	− 0.14 ± 0.37	5.44 ± 0.26	Yht. *Zus.* 218

taulukko kuutioi pienetkin puuerät eri osista pohjois-Karjalaa hyvin tyydyttävällä tarkkuudella.

Erikoisen mielenkiinnon tarjoavat vertailukoepuut metsätyypittäin yhdisteltyinä, joskin useiden tyyppien koepuulukumäärä on varsin vähäinen. Saadut tulokset ovat yhdistetyt taulukkoon XVI, aivan samaan tapaan kuin koepuita vuosittain tutkittaessa taulukkoon XIII. Tulos on varsin mielenkiintoinen. Ensinnäkin nähdään, että metsätyypit eroavat toisistaan toisella tavalla, kuin mitä asian laita on omassa aineistossa. Mustikkatyypin eroavaisuuden selittänee kuitenkin se, että vertailuaineiston mustikkatyyppiin varmuudella kuuluu paljon HMT-maita, kun taas omassa aineistossa nämä ovat erotetut tyypillisestä MT:stä erilleen. Puolukkatyypin eroavaisuus on merkille pantava, sillä oma aineisto on vertailuaineistoa tällä tyypillä tuntuvasti pienempi. Muiden tyyppien suhteen on vaikea sanoa sitä tai tätä, sillä kumpaisessakin aineistossa ne ovat vähälukuisina edustettuina. — Toiseksi osoittaa taulukko, että pienetkin puuerät koivulle tärkeiltä metsätyypeiltä — OMT ja MT (HMT), lisäksi myös VT — tulevat massataulukon nojalla aivan riittävän tarkasti kuutioiduiksi. Muidenkin metsätyyppien ja tiluslajien koivu-

Taulukko XVI. **Vertailuaineiston massataulukon mukainen kuutio verrattuna sen todelliseen kuutioon metsätyypittäin.**

Tabelle XVI. Das Volumen des Vergleichsmaterials nach der Massentafel verglichen mit dessen wirklichem Volumen je nach den Waldtypen.

Metsätyyppi *Waldtyp*	Kuutiomäärä, m^3 *Volumen, m^3*		Syntynyt virhe, *Entstandener Fehler,*		Koepuiden lukumäärä *Anzahl der Probestämme*
	Taulukosta *Aus der Tafel*	Todellinen *Wirkliches*	m^3	%	
OMT	1.225	1.234	− 0.009	− 0.73	6
MT	28.216	27.942	+ 0.274	+ 0.97	146
VT	13.190	13.282	− 0.092	− 0.70	96
CT	0.781	0.738	+ 0.043	+ 5.51	15
[1]	2.056	2.124	− 0.068	− 3.31	21
[2]	0.887	0.868	+ 0.019	+ 2.14	22
?	4.006	3.988	+ 0.018	+ 0.45	26
Yhteensä Keskimäärin *Zusammen Durchschnittl.*	50.361	50.176	+ 0.185	+ 0.37	332

[1] Korvet *Bruchmoore*
[2] Rämeet *Reisermoore*

jen kuutiomäärän näyttää massataulukko antavan auttavalla tarkkuudella.

Koska äskeisessä voitiin osoittaa, että absoluuttisetkin kuutiomäärät näyttävät riittävästi kuvastavan massataulukon käyttökelpoisuutta, ei tässä ole katsottu tarpeelliseksi enää suorittaa vaivalloista laskelmaa prosenttisilla poikkeamilla.

Johtopäätöksinä suoritetuista massataulukon käyttökelpoisuustutkimuksista voidaan esittää,

että massataulukkoa laadittaessa käytetty menetelmä näyttää antaneen tulokseksi hyvän käytettävissä olleen aineiston tasoituksen;

että vertailtaessa massataulukkoarvoja vieraaseen aineistoon on havaittu niiden todennäköisten virherajojen, jotka jo perusläpimitan määräämisen yhteydessä tulivat määrätyiksi, hyvin pitävän paikkansa;

että samassa yhteydessä on havaittu massataulukon antavan suurempien, iän ja kasvupaikan suhteen vaihtelevien erien kuutiomäärän hyvin täsmällisesti ja samalta metsätyypiltäkin mitattujen erien kuution riittävän tarkasti, pohjois-Karjalan eri osissa suunnilleen samalla tavalla;

että kaiken edellä sanotun nojalla massataulukko soveltuu käytettäväksi pohjois-karjalaista koivua kuutioitaessa.

Aikaisemmat tutkimukset (ennen muita Ilvessalo, Y. 1920 ja Lönnroth 1925), jotka ovat osoittaneet Suomen eteläpuoliskon verraten yhtenäiseksi alueeksi metsien kehitykseen nähden, viittaavat siihen, etteivät nyt saavutetut tulokset Suomen eteläpuoliskon muihinkaan osiin nähden ole merkitystä vailla. Tätä tukevat muutamat tekijän v. 1926 Tampereen tienoilla suorittamat vertailukuutioimiset.

Kirjallisuusluettelo.

ARCHER, ERLING. 1920. Om tømmerets form i Glommens og Drammens vasdrag. (Meddelelser fra det norske Skogforsøksvæsen, H. 3. Kristiania.)

BARTH, AGNAR. 1921. Skogtaksationslære. 4:de utgave. Kristiania.

BEHM, H. 1886. Massentafeln. 2 Auflage. Berlin.

BLOMQVIST, A. G. 1872. Tabeller framställande utvecklingen af jemnåriga och slutna skogsbestånd av tall, gran och björk. Helsingfors.

CAJANDER, A. K. 1909. Ueber Waldtypen. (Acta Forestalia Fennica, 1, ja Fennia, 28. N:o 2. Helsingfors.)

—»— 1916. Metsänhoidon perusteet. I. Porvoo.

—»— ja ILVESSALO, YRJÖ. 1921. Ueber Waldtypen II. (Acta Forestalia Fennica, 20 ja Fennia, 43, N:o 3.)

—»— 1925. Metsätyyppiteoria. (Acta Forestalia Fennica, 29.)

CAJANUS, WERNER. 1911. Puunrungon muotoa koskevia tutkimusmetoodeja. (Suomen Metsänhoitoyhdistyksen Julkaisuja, XXVIII:s nide. Helsinki.)

CHARLIER, C. V. L. 1910. Grunddragen av den matematiska statistiken. Lund.

COTTA, HEINRICH. 1804. Systematische Anleitung zur Taxation der Waldungen. Berlin.

EIDE, ERLING. 1922. Om tømmerets form in Trøndelags vasdrag. (Medd. fr. d. norske Skogforsøksvæsen, H. 2.)

—»— 1923 a. Om kubering av staaende skog. I. Furuskog. (Ibdem, H. 3.)

—»— 1923 b. Kubering av staaende skog. II. Granskog. (Ibidem, H. 4.)

—»— 1925. Kubering av staaende skog. III. Fortsatte undersøkelser over formfaktorens avhængighet av høide og brysthøidediameter i granskog. (Ibidem, H. 5.)

GRUNDNER, L.—SCHWAPPACH, A. 1922. Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Waldbäume und Waldbestände. 6 Auflage. Berlin.

v. GUTTENBERG, ADOLF RITTER—MÜLLER, UDO. 1925. Holzmesskunde. (v. LOREY—WEBER, Handbuch der Forstwissenschaft, Band 3. Tübingen.)

HEIKKILÄ, TOPI. 1915. Huberin kaavan käyttökelpoisuudesta ja eräistä uusista kuutioimistavoista. (Metsätal. Aikak. kirja, laaj. painos, s. 422—433.)

ILVESSALO, YRJÖ. 1916. Mäntymetsikköjen valtapuitten kasvusta. (Acta Forestalia Fennica, 6.)

—»— 1920. Tutkimuksia metsätyyppien taksatoorisesta merkityksestä. (Ibidem 15.)

—»— 1923. Tutkimuksia yksityismetsien tilasta Hämeen läänin keskiosissa. (Ibidem, 26.)

JONSON, TOR. 1910. Taxatoriska undersökningar om skogsträdens form. I. Granens stamform. (Skogsvårdsföreningens Tidskrift, fackupplagan, s. 285—328.)

JONSON, TOR, 1911. Taxatoriska undersökningar öfver skogsträdens form. II. Tallens stamform. (Ibidem, s. 285—329.)
—»— 1912. Taxatoriska undersökningar öfver skogsträdens form. III. Formbestämning å stående träd. (Ibidem, s. 235—275.)
—»— 1918. Massatabeller för träduppskattning. 4. större upplagan. Stockholm.
KRÜDENER, BARON. 1908, 1909 & 1910. Massovyja tablitsij i tablitsij sbjega dlja berjosyi. I & II, lisäyksineen. S. Petersburg.
LAKARI, O. J. 1920 a. Tutkimuksia kuusen ja männyn kasvusuhteista Pohjois-Suomen paksusammaltyypillä. (Metsätieteellisen Koelaitoksen Julkaisuja, 2. Helsinki.)
—»— 1920 b. Tutkimuksia Pohjois-Suomen metsätyypeistä. (Acta Forestalia Fennica, 14.)
—»— 1920 c. Tutkimuksia männyn muodosta. (Acta Forestalia Fennica, 16, ja Metsätiet. Koelait. Julk., 3.)
LÖNNROTH, ERIK. 1919. Ohjeita metsätalouden järjestelyssä. I. (Monistettu.)
»— 1925. Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände. (Acta Forestalia Fennica, 30.)
MAASS, ALEX. 1908. Kubikinnehållet och formen hos tallen och granen inom Särna socken i Dalarna. (Medd. fr. Statens Skogsförsöksanstalt, H. 5. Stockholm.)
—»— 1911. Kubikinnehållet och formen hos tallen i Sverige. (Ibidem, H. 8.)
—»— 1913. Avsmalningen i stammens nedersta delar hos tallen och granen. (Ibidem, H. 10.)
MATTSSON, L. 1917 a. Formklasstudier i fullslutna tallbestånd. (Ibidem, H. 13—14.)
—»— 1917 b. Form och formvariationer hos lärken. (Ibidem.)
MÜLLER, UDO. 1902. Lehrbuch der Holzmesskunde. Berlin.
PETRINI, SVEN. 1918. Formpunktsmetoden och dess användning för formklassbestämning och kubering. (Skogsv. för. tidskr., s. 597—635.)
PRESSLER, MAX. 1857. Aufforderung und Erfahrungen. (Jahrbuch d. Königl. sächs. Akademie f. Forst- und Landwirte zu Tharand. Dresden.)
SCHIFFEL, A. 1899. Form und Inhalt der Fichte. (Mitteilungen a. d. forstlichen Versuchswesen Österreichs, H. XXIV. Wien.)
—»— 1905. Form und Inhalt der Lärche. (Ibidem, H. XXXI.)
—»— 1907. Form und Inhalt der Weissföhre. (Ibidem, H. XXXII.)
—»— 1908. Form und Inhalt der Tanne. (Ibidem, H. XXXIV.)
WESTBERG, H. 1895. Virkesutsyning. (Tidskrift för skogshushållning, s. 10—24.)
YULE, G. UDNY. 1916. An Introduction to the Theory of Statistics. 3. Edition. London.

Helsingin yliopiston metsänarvioimisen harjoitustöiden koeala-asiakirjat vuosina 1917 ja 1919—1924.

Massentafeln zur Bestimmung des Inhaltes der vorzüglichsten teutschen Waldbäume. 1846. München.

Über die Kubierung der Birke mittels Massentafeln.

Basiert auf Material aus Nord-Karjala.

Referat.

I. Allgemeines über die Kubierung von Bäumen.

Eine der ersten Aufgaben der Waldabschätzungskunde war die Erfindung und Entwicklung der Kubierungsmethoden. Mit Benutzung und Ausarbeitung der Mathematik entliehener Formeln kam man binnen kurzem so weit, dass die Kubierung des gefällten Holzes in befriedigender Weise ausgeführt werden konnte. Dagegen gehört eine genaue und schnelle Kubierung des einzelnen stehenden Baumes vorläufig noch immer zu den Problemen, die auf ihre Lösung warten.

Bei der Inhaltsbestimmung von Beständen oder grösseren Holzmengen kamen bald, neben genaueren jedoch mühseligeren Probestammsverfahren verschiedene Formzahlen und Massentafeln ihrer Bequemlichkeit wegen in Gebrauch. Insbesondere wurden die Massentafeln dank ihrer Zweckmässigkeit allgemein beliebt.

Es soll hier ein kurzer Überblick der wichtigsten, Massentafeln betreffenden Literatur folgen. Angeführt sind nur die wichtigsten Arbeiten, sowie solche, denen in bezug auf hiesige Verhältnisse Bedeutung zukommt.

II. Überblick der wichtigsten, Massentafeln behandelnden Literatur.

A. *Massentafeln ohne Berücksichtigung der Form.*

COTTA (1804) gilt als der eigentliche Schöpfer des Massentafelgedankens. Die ersten, wirklichen Massentafeln sind die im J. 1846 erschienenen bayrischen Tafeln, welche sich auf ein reichhaltiges Material gründen. Aus ihnen berechnet man die Kubikmenge des Holzes, wenn Höhe und Durchmesser in der Höhe von $4\,^1/_2$ Fuss bekannt sind; ausserdem muss das Alter des Baumes berücksichtigt werden, denn in den Tafeln werden 2 Altersklassen mit einem Grenzalter von 90 Jahr unterschieden. Die Birke hat jedoch nur eine Altersklasse.

Die bayrischen Massentafeln erwiesen sich als ausserordentlich praktisch. Nach ihrem Erscheinen gaben zahlreiche deutsche Forscher Massentafeln für verschiedene Baumarten heraus, wobei sie bestrebt waren, durch engere Altersklassen,

durch Abscheidung von geographischen Gebieten, durch Berücksichtigung der Bestandesform u.s.w., eine grössere Genauigkeit zu erzielen. Etwas später übernahm der Verein deutscher forstlicher Versuchsanstalten eine Erneuerung der Massentafeln auf Grund eines in verschiedenen Landesteilen nach einheitlicher Methode eingesammelten Materials. Die derart entstandenen, wie überhaupt die meisten deutschen Massentafeln haben zahlreiche Hilfstafeln, auf deren Basis sich die Rinde und der Anteil der wichtigsten Sortimente an der Kubikmenge bestimmen lässt.

In Mittel-Europa haben die Massentafeln weite Verbreitung gefunden, speziell bei, im Zusammenhang mit der Forsteinrichtung vorzunehmenden u.a. ähnlichen Inhaltsbestimmungen, wo es nicht auf absolute Präzision ankommt. Dank der dortigen intensiven Forstwirtschaft ist es auch leicht, Vergleiche zwischen den verschiedenen Tafeln in bezug auf ihre Zweckmässigkeit anzustellen und von den vielen zu Gebote stehenden Tafeln diejenigen auszusuchen, die den lokalen Verhältnissen am besten entsprechen.

In den Nordländern begnügte man sich lange mit der Anwendung von sich auf mitteleuropäisches Material stützenden Massentafeln. Als die ersten, auf lokales Material sich gründenden Tafeln sind die Massentafeln von WESTBERG (1895) zu nennen, welche nach dem Brusthöhendurchmesser und dem »Vegetationsgrad» aufgestellt sind. Letzteren erhält man, wenn Höhe und Alter bekannt sind.

In Norwegen wurden die Massentafeln von ØVERLAND allgemein benutzt, bis EIDE es in den letzten Jahren unternahm, den Inhalt der Kiefer und Fichte zu untersuchen. In seinen Schriften (1923 a und b, 1925) benutzt er als Basis für seine Massentafeln die Kubikmasse des Bestandes und nicht, wie die meisten Forscher, die des einzelnen Probestammes. Auf Grund der Probestämme lassen sich nur die durchschnittlichen Massenfaktoren der Probebestände erhalten, nach deren gegenseitiger Ausgleichung EIDE seine Tafeln aufgestellt hat. Zahlreiche Vergleichsbestimmungen haben an den Tag gelegt, dass die derartig zusammengestellten Massentafeln für Bestände ausserordentlich genaue Resultate liefern.

In Finnland sind bis auf weiteres noch keine erwähnenswertere Massentafelarbeiten ausgeführt worden, obgleich schon z.B. BLOMQVIST (1872) auf Grund seines Kiefern- Fichten- und Birkenmaterials verhältnismässig leicht hätte Massentafeln aufstellen können. Desgleichen ist ebenfalls später eingesammeltes Material vorläufig für diesen Zweck unbenutzt verblieben (z.B. ILVESSALO, Y. 1920). Als einzige einheimische Arbeit auf diesem Gebiet sind die lokalen Massentafeln von CAJANUS (vgl. ILVESSALO, Y. 1923, S. 56) für unsere drei Hauptholzarten hervorzuheben.

B. *Massentafeln mit Berücksichtigung der Form.*

Behufs Erhaltung einer Massentafel, die ausgedehntere Gebrauchsmöglichkeit erböte, bezog SCHIFFEL den Formfaktor ein, welchen er als das Verhältnis zwischen Durchmesser des Baumes in einer oberen, speziell halber Höhe zu dem Brusthöhendurchmesser definierte. Auf den mittels dieses Verhältnisses von ihm gebildeten Formklassen, stellte SCHIFFEL Massentafeln auf, aus welchen sich ausser der Kubikmenge auch noch die Abholzigkeit ergibt, wenn Höhe, Brusthöhendurchmesser und Formklasse bekannt sind. In der Schwierigkeit der Formklassenbestimmung tritt jedoch die schwache Seite dieses Verfahrens zutage. Von Anhängern der SCHIFFEL-

schen Idee sei KRÜDENER erwähnt, der (1908—1910) Massen- und Abholzigkeitstafeln für die Birke in Mittel-Russland ausarbeitete. Anstatt in numerische Formklassen, teilt er die Bäume nach den Kronen in vier Typen und ausserdem die Wälder überhaupt nach der mittleren Oberhöhe in vier Gruppen ein. — Im engen Anschluss an SCHIFFEL hat MAASS (1908 und 1911) Massentafeln für die Kiefer und Fichte in Schweden berechnet.

Im Vergleich zu den im obigen beschriebenen, haben in den Nordländern die Massentafeln von JONSON, die auf seinen Untersuchungen (1910, 1911 und 1912) über die Form der Kiefer und Fichte fussen, eine weite Verbreitung gefunden. JONSON legt dar, dass es theoretisch richtiger ist, die Messtelle des oberen Durchmessers des Formquotients halbwegs zwischen Brusthöhe und Krone zu verlegen, wodurch das Verhältnis für niedrigere Bäume mehr proportionell den entsprechenden Zahlen für höhere Bäume wird. Der so bestimmte Formquotient tritt als Faktor in der Stammkurvenequation von HÖJER—JONSON, welche die Basis zu JONSON's Massentafeln abgibt, auf. Gemäss der Form der diese Eqvation darstellenden Stammkurve ist es bei der Anwendung der Massentafeln unerlässlich, dass der Brusthöhendurchmesser durchaus frei von jeglichem Einfluss des Wurzelanlaufs ist. — Die von JONSON vorgeschlagene Bestimmungsart der Formklassen, das Formpunktverfahren, ist ausserordentlich bequem. — Auch in Finnland erfreuen sich die JONSON'schen Tafeln einer ausgedehnten Verbreitung und dürfte es daher am Platze sein, auf diejenigen Untersuchungen, aus denen die Brauchbarkeit der Massentafeln und der Kernpunkt ihrer Anwendung, das Formpunktverfahren erhellt, etwas näher einzugehen. — In volldichten Kiefernbeständen gelang es MATTSSON (1917 a) allerdings mit Hilfe der Formpunkte die mittlere Formklasse des Gesamtbestandes befriedigend zu bestimmen, in bezug auf einzelne Bäume jedoch erwies sich das Resultat als negativ. Zu noch ungünstigeren Ergebnissen kam PETRINI (1918) hinsichtlich der Fichte. Er konnte nämlich nicht einmal die Gesamtmasse der Bestände mittels der Formpunkte befriedigend bestimmen und bei einzelnen Bäumen stiegen die Fehler bis zu 30 %. — LAKARI kam (1923 b) in bezug auf die lappische Kiefer zu der Überzeugung, dass sich auf Grund von Formpunkten Formklassen nur sehr schwer bestimmen lassen dürften. — EIDE ist (1923 b) hinsichtlich des Formpunktverfahrens zu völlig negativen Resultaten gekommen und machte er die Beobachtung, dass sich bei Anwendung von einfachen Massentafeln eher ein dem wirklichen Tatbestand entsprechendes Ergebnis erzielen liesse.

Doch haben mehrere Autoren bemerkt, dass wenn die Formklasse genau bestimmt werden kann, JONSON's Tafeln für unsere Nadelhölzer gute Resultate liefern, doch immer unter der Voraussetzung, dass jeder Einfluss des Wurzelanlaufs auf den Brusthöhendurchmesser zuvor eliminiert wurde.

C. *Kubierung der finnischen Birke mittels Massentafeln.*

Die Inhaltsbestimmung der Birke dürfte bisher unter Bedingungen, die sich mit den in Finnland herrschenden vergleichen liessen, noch nicht einer Untersuchung unterzogen worden sein. Die einzigen in der Literatur überhaupt vorkommenden Birkenmassentafeln befinden sich in den weiter oben angeführten b a y r i s c h e n und in den von KRÜDENER herausgegebenen Massentafeln. Es kann jedoch mit Sicherheit angenommen werden, dass diese Tafeln sich auf, von den hiesigen durchaus abweichende

Wuchsvoraussetzungen beziehen, so dass von ihrer Anwendung in Finnland eigentlich nicht die Rede sein kann. Es blieben demnach also nur noch JONSON's Massentafeln nach, welche für eine Anwendung bei unseren sämtlichen Baumarten berechnet sind. Die in bezug auf Nadelholz erzielten Ergebnisse weisen darauf hin, dass es angebracht wäre, die Eigenschaften der Birke zuerst genauer zu untersuchen, bevor man zur Anwendung der JONSON'schen Methoden bei Kubierung dieser Baumart schreitet.

In vorliegender Untersuchung ist der Verfasser bestrebt die Inhaltsbestimmung der Birke zu erklären. Seine Berufstätigkeit und das Vorhandensein zweckentsprechender Probestämme hatten zu Folge, dass besonders die Birke von Nord-Karjala zum Untersuchungsobjekt genommen wurde.

III. Einsammeln des Untersuchungsmaterials.

A. *Wahl und Beschreibung der Probebestände.*

Sämtliche Probestämme wurden in den nördlichen Teilen des Kirchspiels von Pielisjärvi gemessen, wo im J. 1924 im Zusammenhang mit den taxatorischen Übungsarbeiten der Forststudenten behufs Absteckung verschiedener Grenzlinien u.a. eine Menge Birken gefällt wurden. Ausser diesen wurde eine Anzahl groben Furnierholzes gemessen und zwecks Ergänzung des Materials ebenfalls Bäume extra hierzu gefällt.

Bei der Beschreibung der Probebestände wurden deren Lage, topographischer Charakter des Platzes, Bodenart und Waldtyp, zu dessen Erläuterung ein Verzeichnis der vorkommenden Pflanzen (Tabelle I S. 12—13) gemacht wurde, vermerkt. Es wurden, um ein Bild des Bestandes zu erhalten, Beobachtungen über die Holzartverhältnisse, Dichte, Gesundheitszustand, Alter, Kubikmenge pro ha und mittlere Oberhöhe angestellt. Die meisten Probebestände waren auf ehemaligen Brandäckern entstanden und hatten sich im Grossen und Ganzen in völligem Naturzustand entwickeln können.

B. *Messung der Probebäume.*

Das einzusammelnde Material sollte soweit möglich, sämtliche in natürlichen Beständen vorkommende Dimensionen enthalten.

Bei der Untersuchung von Linienbirken und Furnierholz wurde nur insofern eine A u s w a h l getroffen, als missgebildete, verästelte und durch Menschenhand schwer geschädigte Bäume kassiert wurden. Bei Beachtung dieser Gesichtspunkte wurden ebenfalls die zu fällenden Bäume dermassen ausgewählt, dass sie tatsächlich den im Material fehlenden Dimensionen entsprachen. Sämtliche gemessene Bäume sind ihrer Grösse nach auf Tabelle II S. 20 zusammengestellt.

Bei Messung der H ö h e wurde es als nötig befunden, den Ausgangspunkt auf das Niveau des Waldbodens, also auf den angenommenen Entstehungspunkt des Baumes oder aber auf den gedachten Schnittpunkt der Höhenachse des Baumes und der Erdoberfläche zu verlegen. Es wurde also keine bestimmte Stockhöhe benutzt. — Dank dem der Birke eignenden eigentümlichen Bau des Wipfels besteht eine Möglichkeit für Fehlberechnung in dem Umstand, dass sich die Länge des gefällten Baumes grösser als die Höhe des stehenden Baumes erweist. — Da ein grosser Teil der Probe-

bäume schon früher gefällt worden war, war es nicht möglich, Kronenuntersuchungen anzustellen; nur der Ansatz der lebenden Krone wurde verzeichnet.

Der Durchmesser des Baumes wurde in zwei senkrecht zu einander stehenden Richtungen für jedes Zehntel der Stammhöhe gemessen. Es ist diese Art der Messung bei Formuntersuchungen durchaus unentbehrlich, da hierdurch die Durchmesser von verschieden hohen Bäumen proportionell werden. Behufs Kubierung wurde ausserdem auch noch der Durchmesser in der Höhe 1/40 und 39/40 gemessen. In dieser Art und Weise wird der Baum immer unabhängig von seiner Grösse in elf Stücken kubiert. Hieraus ergibt sich u.a. der Vorteil, dass die prozentische Fehlermöglichkeit, wie HEIKKILÄ (1915) hervorhebt, für ungleich hohe Bäume konstant verbleibt. Da nun der unterste Messpunkt so niedrig wie 1/40 der Baumhöhe belegen ist, kann auch das Holz des Wurzelanlaufs besser beachtet werden. — Schliesslich wurde auch noch der Brusthöhendurchmesser bestimmt.

Die Dicke der Rinde wurde je an den Durchmesserstellen durch ein eingeschnittenes Loch gemessen. An gewissen Probebäumen war die Rinde infolge von Abschälung in bezug auf ihre Dicke missgebildet. Hier wurde für den Rindendurchmesser eine Korrektion auf Grund der Dicke der benachbarten oberen und unteren Rinde vorgenommen. Aus leicht zu erratenden Gründen kam dies meist am Brusthöhendurchmesser vor, bei dessen Messung es einer ganz besonderen strengen Kritik bedarf.

Um das Alter zu bestimmen, wurde, wenn es irgend möglich war, in jedem Probebestand das Alter von je 3—5 Probebäumen abgelesen. Eine präzise Altersbestimmung war in Anbetracht der Beschaffenheit der Untersuchung nicht von Nöten. Das Alter der Probebestände schwankte zwischen 16—150 Jahren. Jedoch war der grösste Teil derselben 60—120 Jahr alt.

Behufs Umgehung der Druckunkosten musste von einer Veröffentlichung des Grundmaterials, welches im Ganzen 280 Probestämme umfasste, abgesehen werden.

IV. Behandlung des eingesammelten Materials.

A. *Inhaltsbestimmung der Probebäume.*

Die erforderlichen Kreisinhalte wurden 5-stelligen Tabellen entnommen. Bei der Arbeit nahm man Rechenmaschinen und logarithmische Rechenlineale zur Hilfe.

B. *Untersuchung der Brauchbarkeit des Brusthöhendurchmessers.*

Schon bei der Messung von Probebäumen wurde die Aufmerksamkeit von dem Umfang des Wurzelanlaufs der Birke und dessen unregelmässig aussehender Form gefesselt. Da nun einer etwaigen Abhängigkeit des Brusthöhendurchmessers von einem unregelmässigen Wurzelanlauf zweifelsohne bei einer Untersuchung, wie die vorliegende ist, eine ganz entscheidende Bedeutung beizumessen ist, so erwies sich eine Untersuchung dieses Umstandes schon gleich zu Anfang als ganz unumgänglich. —

Der Wurzelanlauf ist bereits früher u.a. von SCHIFFEL (1905) untersucht worden. Er beschrieb speziell die Ausdehnung des Wurzelanlaufs nach oben, mit Hilfe von graphischen Stammkurven, und kam zu dem Schluss, dass bei der von ihm untersuchten Baumart, der Lärche, der Wurzelanlauf im allgemeinen einen Einfluss auf den Brusthöhendurchmesser hatte. — MAASS (1913) untersuchte hauptsächlich die Abholzigkeit der Kiefer und Fichte unterhalb der Brusthöhe. MATTSSON (1917 a

und b) beschrieb den Wurzelanlauf der Kiefer und der Lärche. — ARCHER (1920) und EIDE (1922) richteten ihre Aufmerksamkeit auf den Einfluss des Wurzelanlaufs bei der Kubierung von Sägeblöcken. Beide bedienten sich der graphischen Darstellungsweise.

Bei einer Beschreibung des Wurzelanlaufs standen infolge der Messungsart der Probebäume vorliegender Untersuchung nur ganz vereinzelte Durchmesser zur Verfügung. Die Stamm»kurven» der gemessenen Probestämme wurden bei Benutzung sämtlicher Zehntelmessungen, bis zur Spitze, auf Millimeterpapier aufgezeichnet. Es konnten nicht alle veröffentlicht werden, sondern wurden als Beispiel nur der Höhenklasse von 21.1—23.0 m angehörende gebrochene Linien ausgewählt, die auf Fig. N:o 1 dargestellt sind. Auch der Kronenansatz wurde auf den gebrochenen Linien durch einen Kreis bezeichnet. Mit Hilfe der erhaltenen gebrochenen Linien ist es nicht möglich, den Übergang der konkaven »Wurzelkurve› in die konvexe ›Stammkurve› genau anzugeben; dagegen liess sich, ähnlich ARCHER, an der Stelle des Wurzelanlaufs mittels der oberhalb desselben befindlichen Punkte mit grosser Wahrscheinlichkeit eine »normale» Stammkurve aufzeichnen. Auf Fig. N:o 1 ist dies mit punktierten Linien ausgeführt. Bei einem Vergleich der wahrscheinlichen Fortsetzung der Stammkurve mit der Wurzelkurve der Bäume erhält man eine recht gute Vorstellung von dem Wurzelanlauf.

Da es nicht möglich ist, den Inflektionspunkt der Stammkurve mit Hilfe der Figur zu bestimmen, wurde auf der Abbildung ausgemessen, um wieviel der Brusthöhendurchmesser unter dem Einfluss des Wurzelanlaufs zugenommen hatte. Es soll diese Zahl im folgenden als Masszahl des Wurzelanlaufs gelten. Und eignet sie sich allem Anschein nach vorzüglich zur Aufhellung des gegenseitigen Verhältnisses zwischen Brusthöhendurchmesser und Wurzelanlauf.

Auf Tabelle III S. 30 wurden die Abweichungen des Brusthöhendurchmessers je nach Waldtyp und Höhenklasse vereinigt. Es zeigt sich, dass der Brusthöhendurchmesser vom Wurzelanlauf abhängig ist. Die vom letzteren bedingte Abweichung ist direkt proportionell zur Höhe des Baumes. Jedoch gibt es auch unter den allerhöchsten Bäumen Fälle, in denen gar keine, oder höchstens eine nur ganz unansehnliche Abweichung zu bemerken ist. Der geringe Umfang des Materials gestattet es nicht, Schlussfolgerungen über etwaige Verschiedenheiten in den einzelnen Waldtypen zu ziehen. — Zur Erhellung des Umstands, in wie hohem Grade der Wurzelanlauf bei gleich hohen Bäumen vom Durchmesser abhängig ist, wurden die Bäume in der Höhenklasse 19—21 m je nach ihrem Brusthöhendurchmesser in Klassen von 5 cm eingeteilt. Sämtliche Waldtypen wurden zusammen untersucht. Das Ergebnis war Tabelle IV S. 31 aus welcher unzweideutig hervorgeht, dass bei Zunahme des Durchmessers, auch der Wurzelanlauf grösser wird. Jedoch ist eine bedeutende Unregelmässigkeit zu bemerken. Der Gedanke liegt nahe, dass vielleicht die Krone ihren Anteil an dieser Unregelmässigkeit haben könnte. Bevor dies untersucht werden kann, muss so weit möglich der auf Höhe und Durchmesser zurückzuführende Einfluss, durch einen Vergleich von ungefähr gleich hohen und starken Bäumen ausgeschaltet werden. Die 24 Probebäume mit einem Durchmesser von 20—30 cm der Höhenklasse 19—21 m sind in Tabelle V S. 32 nach der Höhe ihres Kronenansatzes in 5 %-Klassen eingeteilt und wurde die Brusthöhenabweichung einer jeden solchen Klasse für sich besonders untersucht. Es zeigte sich, dass zwischen den zu untersuchenden Eigenschaften keine Korrelation zu bemerken war. Doch muss hervorgehoben werden, dass

es nur wenig Probebäume gab, dass diese nicht durchaus gleich hoch und stark waren und schliesslich, dass der Kronenansatz keineswegs der geeignetste Exponent für die Krone sein dürfte. — Da im allgemeinen grosse Bäume meist auch alt sind, dürfte hieraus geschlossen werden, dass der Wurzelanlauf im Grossen und Ganzen ebenfalls direkt proportionell zum Alter ist.

Die Untersuchung des Wurzelanlaufs ergab, dass bei übermittelgrossen Birken der Wurzelanlauf einen grossen Einfluss auf den Brusthöhendurchmesser hat. Und muss bei der Ungleichmässigkeit dieses Einflusses die Brusthöhe als zum Messpunkt des Grunddurchmessers wenig geeignet bezeichnet werden. Massentafeln, welche von der Voraussetzung ausgehen, dass die Brusthöhe auf der konvexen Stammkurve liegt, können für solche Bäume, wie es die untersuchten Birken waren, keine befriedigenden Resultate ergeben. Infolge des Fehlens dieser Grundvoraussetzung, muss es als unzweckmässsig bezeichnet werden, die JONSON'schen Massentafeln bei einer Kubierung von Birken, wenigstens von Birken in Nord-Karjala, zu benutzen, sondern müssen zu diesem Zweck neue Massentafeln aufgestellt werden.

C. *Bestimmung eines neuen Messpunktes für den Grunddurchmesser.*

Ziel für die jetzt auszuarbeitenden Massentafeln ist, dass diese auch die Kubikmasse des einzelnen Baumes, mit grösstmöglicher Genauigkeit angeben sollen. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, als Basis für die Massentafeln irgend einen oberhalb der Brusthöhe belegenen Durchmesser zu wählen. Frühere Forscher u.a. JONSON haben vorgeschlagen in bezug auf den Brusthöhendurchmesser, in Fällen, wo dieser vom Wurzelanlauf abhängig zu sein scheint, eine Korrektion vorzunehmen. Eine derartige Berichtigung lässt sich an Bäumen, wie die untersuchten Birken kaum ausführen.

Da ein ansehnlicher Teil des Nutzholzes von Birkenstämmen sich gerade auf dem vom Wurzelanlauf beherrschten Gebiet befindet, muss der neue Durchmesser derart gewählt werden, dass der Wurzelanlauf beachtet wird, ohne dass man Gefahr läuft, den durch die Unregelmässigkeit desselben hervorgerufenen Störungen zu unterliegen. Geht man nun an die Bestimmung eines solchen »idealen Grunddurchmessers», so kann man sich auf folgende Definition stützen: auf einem idealen Grunddurchmesser aufgestellte Massentafeln liefern ebenfalls für Einzelstämme möglichst richtige Werte.

Der Gedanke wurde derart ausgeführt, dass für mehrere als Proben ausgeschiedene Höhenklassen (14, 18, 22 und 24 m) Massentafeln in den allerverschiedensten Messhöhen des Grunddurchmessers ausgearbeitet wurden. Eine Massentafel der Höhenklasse wurde durch Aufzeichnen einer Massenkurve für die Probebäume der Höhenklasse erhalten. Zuvor war die Kubikmasse der Probebäume insofern korrigiert worden, dass eine Einwirkung der Höhe für jede Höhenklasse eliminiert wurde. Sämtliche Waldtypen wurden gemeinsam behandelt, da eine von Typ zu Typ sich ändernde Messhöhe des Grunddurchmessers kaum denkbar ist. — Es konnten nicht alle derart entstandenen Massenkurven veröffentlicht werden, sondern wurde die Höhenhlasse 21—23 m als Beispiel ausgewählt, deren verschiedene Kurven in Fig. N:o 2 zu einem Diagramm zusammengestellt wurden. Vergleicht man die verschiedenen Massenkurven mit einander, so bemerkt man leicht, dass die Probestämme, bei Benutzung von niedrigen oder hohen Grunddurchmessern sich stärker um die Ausgleichungskurve ver-

streuen als wenn der Grunddurchmesser in der Höhe von c. 3—5 m liegt. Okulär kann man nicht entscheiden, welche Höhe die geringste Streuung zur Folge hat. Deshalb wurde für jeden Probestamm die Abweichung von dem durch die Kurve angegebenen Wert berechnet und durch dessen Benutzung als Vergleichsobjekt die Abweichung in prozentische verwandelt. — Hierdurch wurden Abweichungspopulationen erzielt, von welchen als Beispiel die den Kurven von Fig. N:o 2 entsprechenden Populationen zu Intervallen von 2 % zusammengestellt auf Fig. N:o 3 dargestellt sind. Diese besitzen allem Anschein nach den Charakter einer Exponentialkurve. Als Mass für ihre Verstreuung kann man dann die Dispersion (σ) berechnen. Die für sämtliche Kurven berechneten Dispersionswerte und mittleren Fehler der Dispersion ($\varepsilon(\sigma)$) wurden auf Tabelle VI S. 38 zusammengestellt, auf welcher ebenfalls das arithmetische Mittel der Reihen (A) vermerkt ist, welches bis zu einem gewissen Grade das Gelingen der Ausgleichung angibt, von welchem der Wert der Dispersion jedoch nicht allzu intim abhängt. Die Dispersionswerte der Tabelle sind auf Fig. N:o 4 graphisch mit einander verglichen. Der ideale Grunddurchmesserpunkt wird von dem untersten Punkt der auf dieser Abbildung sich befindenden gebrochenen Linien angegeben. Wir sehen, dass er an hohen Bäumen höher als an niedrigen belegen ist, was ja auch ganz natürlich ist. Die auf der Abbildung zu Tage treten den Unregelmässigkeiten rühren augenscheinlich von der Unzureichlichkeit des Materials für derartige Vergleiche her. Das Bild zeigt dass sich der Grunddurchmesser am vorteilhaftesten in der Höhe von 2.5—3.0 m messen lässt. Als neuer Grunddurchmesserpunkt wurde die Höhe von 3.0 Meter Abstand vom Erdboden angenommen. Diese Stelle besitzt den Vorzug, dass bei einer Kubierung in 2 m langen Holzstücken in der Höhe von 3 m so wie so ein Durchmesser gemessen werden muss. Und wird dadurch auch der Zusammenhang mit früherem Untersuchungsmaterial bewahrt. Der gewählte Punkt muss auch vom technologischen Gesichtspunkt aus als geeignet bezeichnet werden.

Die Dispersion für den Durchmesser bei 3 m Höhe wurde in sämtlichen Höhenklassen wie aus Fig. N:o 4 ersichtlich ist, ungefähr gleich gross berechnet. Von den Höhenklassen weist die von 14 m die grösste Dispersion 4.8 % auf. Diese Zahl kann als die das ganze Material vertretende Höchstzahl betrachtet werden, innerhalb deren Grenzen sich sämtliche untersuchten Höhenklassen einordnen lassen. Man kann also erwarten, dass die für 3.0 m Grunddurchmesser berechneten Massentafeln in bezug auf Einzelstämme Werte ergeben, von welchen die faktischen Werte auch in den schlechtesten Fällen praktisch genommen nicht mehr als um $\pm$ 3 Mal 4.8 % oder also $\pm$ 14.4 % abweichen, während 2/3 sämtlicher Fälle wenigstens innerhalb der Grenzen $\pm$ 4.8 % verbleiben Das Gesagte gilt nur für über 13 m hohe Bäume, niedrigere wurden nicht in Betracht gezogen und dürfte die prozentische Fehlermöglichkeit der letzteren auch grösser sein, da die Kubikmassen an sich kleiner sind. Auch die Massenkurven der Höhenklassen wurden unabhängig von einander aufgezeichnet, so dass in den ihnen entsprechenden Gesamtkomplexen, den Massentafeln, die Dispersion um ein Geringes höher sein dürfte.

Bei der Bestimmung des neuen Grunddurchmessers war nicht nur der Wurzelanlauf sondern ganz besonders die Stammform im allgemeinen massgebend. Beruht doch direkt vom gegenseitigen Verhältnis der Stammform und der Kubikmasse des Baumes dass bei Benutzung von niedrigen Grunddurchmessern, vollholzige Bäume in den Volumendiagrammen oberhalb der Ausgleichungskurve stehen werden, während sie

bei höheren Grunddurchmessern unter die Kurve geraten. Abholzige Bäume verhalten sich selbstverständlich ganz entgegengesetzt, und Bäume von mittelmässiger Stammform werden sich stets, unabhängig von der Messhöhe des Grunddurchmessers in der Nähe der Ausgleichungskurve befinden. Die Bäume müssen also gewissermassen von der einen Seite der Kurve nach der anderen wandern, und da gibt es denn natürlich einen Punkt, in welchem sämtliche Bäume sich so nahe wie möglich an die Ausgleichungskurve halten. Und dies ist gerade der Punkt, welcher der idealen Messhöhe des Grunddurchmessers entspricht. — Das tatsächliche Vorhandensein der oben beschriebenen Umstellung kann man in Fig. N:o 5 bestätigt finden, in welcher die Kurven der Grunddurchmesser 1.3 und 6.0 m aus Fig. N:o 2 sowie alle jenen Punkte die unterhalb der Brusthöhenkurve liegen, verzeichnet sind. Man sieht, wie die Punkte der 6 m Kurve nach der Ausgleichungskurve hinstreben; die allermeisten sind oberhalb der Kurve belegen.

Es lässt sich denken, dass sich hiermit für eine Baumart, die keiner nennenswerten Störung von Seiten des Wurzelanlaufs ausgesetzt ist, eine solche Messhöhe des Grunddurchmessers finden liesse, dass durch auf letzterer aufgestellte Massentafeln auch die Kubikmasse von Einzelstämmen mit einer Genauigkeit berechnet werden könnte, deren Fehlergrenzen noch bedeutend enger als die im obenstehenden für die Birke von Nord-Karjala bestimmten, gezogen werden könnten.

V. Die Massentafel.

Bei Aufstellung von Massentafeln ist es allgemein gebräuchlich die erforderlichen Ausgleichungen mit Hilfe von Formzahlen auszuführen. In der Literatur gibt es keine Stammformzahl für einen so hohen Grunddurchmesser wie 3 m. Indessen ist man zu der Annahme berechtigt, dass diese Formzahl für niedrige Bäume nicht zweckmässig sein dürfte, aber kann von einem 3 m Grunddurchmesser selbstverständlich nur bei einer Kubierung von ausgewachsenem Wald die Rede sein. — Auf Fig. N:o 6 wurden die Formzahlen sämtlicher über 7 m hohen Probestämme in ein und dasselbe Koordinatensystem eingetragen. Die Probebäume wurden je nach den Waldtypen mit verschiedenen Zeichen wiedergegeben. Das Bild zeigt, dass hohe Bäume eine kleinere Formzahl als niedrige besitzen. Die Waldtypen scheinen sich dadurch von einander ziemlich deutlich zu unterscheiden, dass die besseren Böden eine grössere Formzahl haben, als die schlechteren. — Das Material erwies sich als zu dürftig, um einen sicheren Schluss in bezug auf das gegenseitige Verhältnis von Durchmesser und Formzahl zu ziehen. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist jedoch bei mittelgrossen und höheren Bäumen die Formzahl nicht von Durchmesser abhängig. Daraufhin wurden die Punkte in Fig. N:o 6 aus freier Hand gegenseitig ausgeglichen; als Basis der Ausgleichung dienten die in der Abbildung vermerkten berechneten Teilmittelwerte. Die den Ausgleichungskurven entsprechenden Formzahlenwerte sind in Tabelle VII S. 45 enthalten. Die Massentafel selbst konnte dann mit letzteren als Basis aufgestellt werden. Wie Tabelle VIII S. 46 darlegt, machte sich jedoch am »kleinen Ende» der Massentafel der Widerspruch geltend, dass das Volumen von 9 m Länge an abwärts zuzunehmen begann. Es dürfte dies darauf beruhen, dass die Ausgleichungskurve auf Fig. N:o 6 infolge der wenigen Probebäume an ihrem oberen Ende zu hoch gezogen war. Die eigentliche Ursache wird wohl der Umstand sein, dass 3 m ein zu hoher Grunddurchmesser für so kleine Bäume sein dürfte, worauf ja schon hingewiesen wurde. Im folgenden soll gezeigt werden, wie dieser Widerspruch beseitigt werden kann.

Die Massentafel hätte sich eventuell auch in der Weise ausarbeiten lassen, dass man die Kubikmasse der Probebäume direkt gegenseitig ausgeglichen hätte. Es sind denn auch schon bei der Untersuchung des Messpunktes für den Grunddurchmesser zahlreiche derartige Ausgleichungen höhenklassenweise ausgeführt worden. Zeichnet man nun die Massenkurven der fehlenden Höhenklassen, so müsste die Massentafel nur durch einfache Ablesung entstehen können. Es empfiehlt sich jedoch sich zuvor davon zu überzeugen, dass die Massenkurven der verschiedenen Höhenklassen einheitlich sind. Dies ist durch Einzeichnung der Massenkurven sämtlicher Höhenklassen in ein und dasselbe Koordinatensystem geschehen. In Fig. No 7 bezeichnen die fortlaufenden Linien die erwähnten Massenkurven, deren Verlauf, wie das Bild zeigt, teilweise sehr unregelmässig ist. Es beruht dies natürlich auf dem geringen Umfang des Materials: es lassen sich also keine Massentafeln auf diese Weise aufstellen. Dagegen bieten die Massenkurven der Abbildung die Möglichkeit zu einem anderen interessanten Vergleich. Stellt nämlich die mit Hilfe der Formzahlen errichtete Massentafel eine gelungene Ausgleichung des Materials dar, so müssten die nach den Massentafeln gezeichneten Massenkurven eine richtige Ausgleichung für die in der Abbildung befindlichen unregelmässigen Massenkurven bilden. Es wurden denn auch die den Massentafeln entsprechenden Massenkurven mit unterbrochenen Linien in das Bild eingezeichnet. Man sieht, so weit sich dies nach Augenmass beurteilen lässt, dass die unterbrochenen Linien eine überaus gelungene Ausgleichung der fortlaufenden Kurven zu mit einander übereinstimmenden Kurven zu bilden scheinen.

Der mit einander übereinstimmende Verlauf der mit Hilfe der Volumina ausgeglichenen Massenkurven der niedrigeren Höhenklassen macht es möglich, die in der zuerst aufgestellten Massentafel auftretende Inkonsequenz zu berichtigen. Die definitive, durch den Kurven entnommenen Werte ergänzte Massentafel befindet sich auf Tabelle IX S. 50—51.

VI. Untersuchung der Brauchbarkeit der aufgestellten Massentafel.

A. *Vergleich mit dem eignen Material.*

Man kann die Zweckmässigkeit der angewandten Ausgleichungsmethoden durch einen Vergleich der Massentafel mit dem eignen Material prüfen, wie wir es ja zum Teil schon am Ende des vorigen Abschnitts getan haben. Der Vergleich kann auch derart angestellt werden, dass die Probestämme aufs neue mit Hilfe der Massentafel kubiert werden und das auf diese Weise erhaltene Resultat mit der wirklichen Kubikmenge, die bekannt ist, verglichen wird. Es wurde lezteres in bezug auf sämtliche, über 4 m hohe Probestämme ausgeführt, und erhielt man das Resultat Tabelle X S. 52, in welcher die Probebäume nach den Waldtypen zusammengestellt sind. Die Tabelle zeigt, dass die Massentafel die Gesamtsumme der Probebäume um ein geringes zu klein, immerhin jedoch sehr genau ergeben hatte. Die Waldtypen weichen von einander in derselben Weise ab, wie es bei der Untersuchung der Formzahl der Fall war.

Immerhin erbietet eine Untersuchung der prozentischen Abweichungen der Probebäume eine objektivere Möglichkeit, die Anwendbarkeit der Massentafel zu prüfen, als ein Vergleich der Volumina selbst, da schon nur einige grosse Bäume leicht das Resultat in einer der faktischen Sachlage vielleicht nicht entsprechenden Weise verändern können. Doch können nur die Abweichungen von grösseren Bäumen prozentisch untersucht werden. Als Grenze wurde hier, in gleicher Weise wie bei der Bestimmung

der Messhöhe des Grunddurchmessers, die Höhe von 13.0 m genommen. Durch eine Zusammenfassung der erhaltenen Abweichungen in Intervallen von 2 % erhielt man als Resultat die in Tabelle XI S. 53 dargestellte Reihe, welche ihrer Form nach als einer normalen Exponentialkurve ideal entsprechende bezeichnet werden muss. Als arithmetisches Mittel der Reihe erhält man 0±0.33 %, welches so viel bedeutet, als dass die ausgeführte Ausgleichung im Grossen und Ganzen beurteilt, vorzüglich gelungen ist. Als Dispersion der Reihe erhält man 4.93±0.24%. Auch dieses Charakteristikum deutet darauf hin, dass die Ausgleichung gelungen ist, denn die entsprechenden Dispersionen der zur Probe untersuchten Höhenklassen waren: 4.80±0.58%, 4.46±0.43%, 4.12±0.48% und 4.62±0.94%. Der Unterschied zwischen diesen Dispersionswerten und der Dispersion der Tabellen XI-Reihe, ist nämlich, bei Berücksichtigung der Mittelfehler nur ein geringer, und wie schon weiter oben erwähnt wurde, war man ja auch auf einen grösseren Wert der Dispersion gefasst.

B. *Vergleich mit fremdem Material.*

Die auf den im Zusammenhang mit den taxatorischen Übungsarbeiten der Universität von Helsinki entnommenen Probeflächen gefällten und kubierten Probestämme, erboten die Gelegenheit, in bezug auf die ausgearbeitete Massentafel eine Vergleichskubierung mit ganz fremdem Material anzustellen, welches letzteres ebenfalls aus Nord-Karjala stammte. Auf diese Weise hatte man ein 332 Probebäume umfassendes Probematerial zur Verfügung, dessen Verteilung auf verschiedene Altersklassen und Waldtypen aus Tabelle XII S.54 erhellt. — Diese Bäume wurden sämtlich mit Hilfe der auf S. 50–51 befindlichen Massentafel kubiert, und sind die Ergebnisse, bei Unterscheidung der in verschiedenen Jahren gemessenen Probebäume in Tabelle XIII S. 55 enthalten. Die Massentafel war der Kubierung des fremden Materials in seiner Gesamtheit ganz vorzüglich gewachsen. Auch die in verschiedenen Jahren gemessenen Probestämme konnte die Massentafel sehr gut kubieren, obgleich es sich nur um geringe Mengen handelte, die obendrein in verschiedenen Jahren in verstreuten Gegenden der weit ausgedehnten Provinz gemessen worden waren.

Auch in diesem Fall dürfte es von Interesse sein, die prozentische Verstreuung der Probebäume um die Tafelmittelwerte herum zu prüfen. Auch hier handelte es sich ausschliesslich um Bäume von über 13 m. Fasst man wieder die Abweichungen in Intervallen von 2 % zusammen, ergibt sich die Reihe der Tabelle XIV S. 56, welche also der sich auf Tabelle XI S. 53 befindenden Reihe des eignen Materials entspricht. Ebenso wie diese letztere, nähert sich ebenfalls die neu erhaltene Reihe in bezug auf ihre Form stark einer normalen Exponentialkurve. Das arithmetische Mittel der Reihe ist −0.14±0.37 %. Auch dies beweist, dass die Massentafel die Gesamtsumme ausserordentlich gut kubiert hat. Für die Dispersion der Reihe erhält man 5.44±0.26%, welches den entsprechenden Wert des eignen Materials, der 4.93±0.24 % betrug, übersteigt. Der Unterschied zwischen diesen Dispersionen, 0.51 % ist jedoch immer noch beträchtlich geringer als der dreifache mittlere Fehler des entsprechenden Unterschieds, der 1.05 % beträgt. Dies bedeutet so viel, als dass der Unterschied der Dispersionen als vom Zufall bedingt betrachtet werden kann. Er dürfte seine Erklärung lediglich in dem Umstand finden, dass die Probebäume des Vergleichsmaterials durchschnittlich bedeutend kleiner als die Probebäume des Grundmaterials der Untersuchung waren.

Bei einer Zusammenstellung der prozentischen Abweichungen nach Jahren, erhält man die Tabelle XV S. 57. Das arithmetische Mittel der Abweichungen hat dasselbe Zeichen wie die sich auf Tabelle XIII S. 55 befindenden Prozentfehler. Die Grösse variiert allerdings etwas, doch kann im Grossen und Ganzen gesagt werden, dass der direkte Volumenvergleich in diesem Falle ein ungefähr ebenso gutes Bild von der Brauchbarkeit der Massentafel gegeben hat, wie der bei weitem mühseligere Prozentenvergleich.

Von ganz besonderem Interesse sind die nach Waldtypen aufgestellten Vergleichsprobestämme, wenn schon die Anzahl der Probestämme einiger Waldtypen nur gering war. Die erhaltenen Resultate stehen in Tabelle XVI S. 58. Man bemerkt, dass die Waldtypen sich zum Teil anders als im eigenen Material von einander unterscheiden. Die Verschiedenheit im Myrtillus-Typ dürfte darauf zurückzuführen sein, dass zum Myrtillus-Typ des Vergleichsmaterials sicherlich eine Menge HMT-Böden gehörten, während diese im eigenen Material von dem typischen MT abgeschieden wurden. Die Verschiedenheit des Vaccinium-Typs muss hervorgehoben werden, da unser eigenes Material beträchlich kleiner als das Vergleichsmaterial war. Betreffs der übrigen Typen ist es schwer, irgend etwas Bestimmtes auszusagen, denn sie sind in beiden Gruppen in nur geringem Umfang vorhanden. — Die Tabelle zeigt übrigens, dass auch kleine Baummengen in den für die Birke wichtigen Waldtypen — OMT und MT (HMT), auch VT — mittels der Massentafel durchaus hinreichend genau kubiert werden. Und auch die Kubikmenge der Birken in den übrigen Waldtypen scheint die Massentafel mit ziemlich befriedigender Genauigkeit anzugeben.

Auf Grund des im vorstehenden Dargestellten ist man zu der Annahme berechtigt, dass die hier aufgestellte Massentafel sich bei der Kubierung der Birke von Nord-Karjala als ausserordentlich brauchbar bewähren dürfte.

ÜBER DIE ERMITTELUNG DER QUERFLÄCHE EINES STAMMES

VON
T. HEIKKILÄ

HELSINKI 1927

HELSINKI 1927
DRUCKEREI DER FINNISCHEN LITTERATURGESELLSCHAFT

Über die Ermittelung der Querfläche eines Stammes.

Die Querfläche eines Stammes kann wegen ihrer elliptischen Form nicht mittelst nur eines Durchmessers genau ermittelt werden. Bei genauen und besonders wissenschaftlichen Ermittelungen werden daher im allgemeinen zwei aufeinander senkrechte oder speziell der grösste und kleinste Durchmesser gemessen. Nachdem von SCHMIDTBORN[1] bewiesen worden ist, dass die Querfläche eines Stammes nahe elliptisch ist, wird dieselbe bei den genauesten Ermittelungen aus der Flächenformel der Ellipse nach Einsetzung des grössten und kleinsten Durchmessers berechnet. Gewöhnlich wird die Querfläche aber entweder aus dem grössten und kleinsten Durchmesser oder häufiger aus zwei beliebigen aufeinander senkrechten Durchmessern nach dem arithmetischen Mittel der Durchmesser oder als Mittel aus den betreffenden Kreisflächen berechnet. Die Grösse des dabei entstehenden Fehlers soll im folgenden entwickelt werden.

Der Querschnitt des Stammes sei eine Ellipse mit den Halbachsen a und b (Fig. 1). Sie besitzt also folgende Formel:

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1.$$

An diesem Stamme wird ein beliebiger Durchmesser mittelst einer gewöhnlichen Messkluppe gemessen. Wird der eine Schenkel dieser durch die *Tangente AB* dargestellt, so ist die Senkrechte, die vom Mittelpunkte O aus auf diese Tangente gefällt ist, gleich dem halben gemessenen Durchmesser. Da aber der Endpunkt derselben auf der Tangente AB liegt, so ist sie grösser als der betreffende halbe wirkliche Durchmesser, der grösste und kleinste Durchmesser ausgenommen, welche auf den Tangenten in den Endpunkten senkrecht stehen.

[1] Allg. Forst- und Jagd-Zeitung, 1863, S. 408 ff.

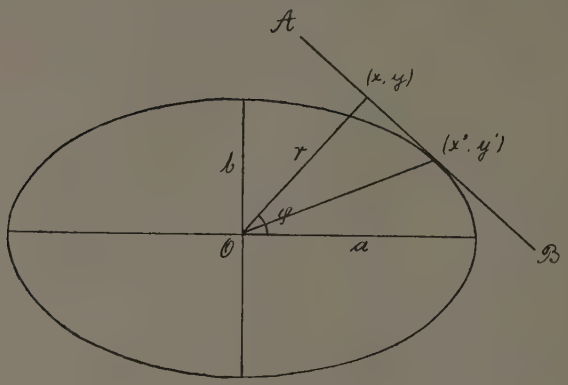


Fig. 1.

Der Endpunkt (x, y) der Senkrechten bewegt sich auf einer Kurve, welche gänzlich ausserhalb der Ellipse liegt und diese nur in den Endpunkten der Achsen berührt. Lasst uns die Gleichung dieser Kurve herleiten! Da der Punkt (x, y) zugleich auf der Tangente und der Senkrechten, die von dem Nullpunkt des Koordinatensystems aus auf die Tangente gefällt ist, liegt, und der Punkt (x', y') den Berührungspunkt der Tangente auf der Ellipse darstellt, so bekommt man folgende Gleichungen:

$$\begin{cases} y - y' = -\dfrac{b^2 x'}{a^2 y'}(x - x'); \\ y = \dfrac{a^2 y'}{b^2 x'} x; \\ \dfrac{x'^2}{a^2} + \dfrac{y'^2}{b^2} = 1. \end{cases}$$

Durch Elimination vo x' und y' bekommt man die Gleichung:

$$(x^2 + y^2)^2 = a^2 x^2 + b^2 y^2,$$

oder durch Einsetzung von Polarkoordinaten und Division durch den Faktor r^2, der immer grösser als Null ist:

$$r^2 = a^2 \cos^2 \varphi + b^2 \sin^2 \varphi.$$

Werden nun zwei aufeinander senkrechte beliebige Durchmesser des Stammes mittelst einer Kluppe gemessen und die Querfläche als Mittel aus den betreffenden Kreisflächen berechnet, so wird der Fehlen auf

folgende Weise hergeleitet. Wenn wir die halben aufeinander senkrechten Durchmesser mit r_1 und r_2 bezeichnen, so gelten die Gleichungen:

$$r_1^2 = a^2 \cos^2 \varphi + b^2 \sin^2 \varphi;$$
$$r_2^2 = a^2 \cos^2 (\varphi + 90°) + b^2 \sin^2 (\varphi + 90°)$$
$$= a^2 \sin^2 \varphi + b^2 \cos^2 \varphi.$$

Das Mittel aus den Kreisflächen ist dann:

$$\frac{\pi r_1^2 + \pi r_2^2}{2} = \frac{\pi a^2 (\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi) + \pi b^2 (\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi)}{2} = \frac{\pi a^2 + \pi b^2}{2}.$$

Der die Querfläche behaftende Fehler Δg ist:

$$\Delta g = \frac{\pi a^2 + \pi b^2}{2} - \pi ab = \frac{\pi}{2} (a - b)^2.$$

Also:

Bei der Berechnung der Querfläche als Mittel aus zwei Kreisflächen ist der Fehler unabhängig davon, welche aufeinander senkrechten Durchmesser mit der Kluppe gemessen werden. Die spezielle Messung des grössten und kleinsten Durchmessers gewährt keine grössere Genauigkeit.

Wird aber die Querfläche nach dem arithmetischen Mittel der Durchmesser berechnet, so können folgende zwei extremen Fälle betrachtet werden:

1. Die gemessenen Durchmesser sind der grösste und kleinste Durchmesser. In diesem Falle ist der Fehler $\Delta_1 g$:

$$\Delta_1 g = \pi \left(\frac{a+b}{2}\right)^2 - \pi ab = \frac{\pi}{4} (a - b)^2.$$

2. Die gemessenen Durchmesser sind von gleicher Grösse. In diesem Falle bekommt die Querfläche denselben Wert wie oben, wenn dieselbe als Mittel aus den betreffenden Kreisflächen berechnet wurde. Werden nämlich die halben gleich grossen Durchmesser mit r bezeichnet, so ist die Querfläche in beiden Fällen gleich πr^2. Folglich ist auch der Fehler $\Delta_2 g$ gleich gross, oder:

$$\Delta_2 g = \frac{\pi}{2} (a - b)^2.$$

Also:

Bei der Berechnung der Querfläche nach dem aritmetischen Mittel zweier aufeinander senkrechten Durchmesser variiert der Fehler zwischen zwei

Grenzwerten, von denen der grössere dem bei der ersten Berechnungsweise erhaltenen Fehler und der kleinere der Hälfte davon gleich ist. Der kleinste Fehler wird bei der Messung des grössten und kleinsten Durchmessers erhalten.

Werden also zwei beliebige aufeinander senkrechte Durchmesser gemessen, so gewährt die zweite Berechnungsweise im Einzelfalle keine grössere Sicherheit, obgleich der mittlere Fehler etwas kleiner ist. Bei der Messung des grössten und kleinsten Durchmessers aber verdient dieselbe wegen des nur halb so grossen Fehlers einen entschiedenen Vorrang.

TUTKIMUKSIA
MÄNNYN PAKSUUSKASVUN MONIVUOTISISTA VAIHTELUISTA

SUOMEN ERI OSISTA KERÄTYN AINEISTON PERUSTEELLA

TEHNYT

AARNE BOMAN

ÜBER VIELJÄHRIGE SCHWANKUNGEN
IM DICKENWACHSTUM DER KIEFER *(PINUS SILVESTRIS)*.
(REFERAT).

HELSINKI 1927

HELSINKI 1927,
SUOMALAISEN KIRJALLISUUDEN SEURAN KIRJAPAINON OY.

Alkulause.

Esillä olevassa julkaisussa esitän osan niistä tuloksista, joihin olen johtunut puiden kasvun monivuotisia eli aikakautisia vaihteluita n. kymmenen vuoden aikana tutkiessani. Näitä kysymyksiä alustavasti valaisevan tutkimusaineiston keräsin v. 1915 vesiperäisiltä mailta Keski-Pohjanmaalla. Tässä esitettävä tutkimus, joka tiettävästi on ensimmäinen kasvun monivuotisia vaihteluita varsinaisesti selvittelevä metsätieteellinen julkaisu, pohjautuu vv. 1918—1920 erilaisilta kasvupaikoilta Suomen eri osista koottuun aineistoon.

Nyt julkaistu tutkimus käsittää, tärkeimpien alkuperäistä aineistoa ja sen käsittelyä koskevien tietojen ohella, tarkastetuissa kasvusarjoissa selvimpinä ja yleisimmin havaittavien monivuotisten vaihteluiden täydellisen tilastollisen erittelyn. Näin ollen on tutkimustyö jo tässä niteessä saatettu eräänlaiseen päätökseen. Käsillä oleva tutkimus on kuitenkin samalla suunniteltu lähtökohdaksi eräille myöhemmin julkaistaville — osittain käsikirjoituksen asteelle valmistuneille — lisätutkimuksille, joihin tutkimuksen loppuluvussa lyhyesti viitataan.

Tutkimustyön valmistumista on viivästänyt se seikka, että olen joutunut työskentelemään verraten epäedullisissa olosuhteissa. Melkoisia aineellisia uhrauksia vaatinut tutkimus on suurimmalta osalta suoritettu sivutöinä erilaisten virkatehtävien lomassa.

Työn aikana saamastani avusta jään useille henkilöille kiitollisuuden velkaan.

Alkeisaineiston hankinnassa ovat minua avustaneet professori V. T. Aaltonen, metsäneuvos, filosofian tohtori O. J. Lakari, professori Y. Ilvessalo sekä metsänhoitajat P. Jokinen ja A. Europaeus, aineiston mittauksessa filosofian maisteri, neiti Hilja Laaksonen.

Arv. opettajani, pääjohtaja, professori A. K. Cajander on tutkimuksen käsikirjoitukseen tutustuttuaan antanut arvokkaita neuvoja julkaisun painatuksen suhteen.

Yliopiston lehtori, filosofian tohtori HEINRICH SCHLÜCKING on suorittanut tutkimuksen loppuun liitetyn saksankielisen selostuksen käännöstyön.

Lopuksi on minun kiitollisuudella mainittava SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA, joka aineellisesti on työtäni tukenut ja tuntuvasti helpottanut tutkimuksen painatusta, hyväksymällä sen julkaisusarjaansa *Acta Forestalia Fennica*.

Helsingissä, syyskuussa 1927.

Tekijä.

SISÄLLYSLUETTELO.

Johdanto.

Siv.

Johdanto ..... 3—8

1. Suuri kasvukausi. — 2. Puiden kasvusuhteita koskevat tutkimukset yleensä. — 3. Tekijän aikaisemmin suorittama tutkimus havupuiden paksuuskasvun aikakautisista vaihteluista Keski-Pohjanmaalla. — 4. Sääsuhteiden vaikutusta puiden kasvuun selvittelevät tutkimukset. — 5. Ilmastollisten tekijäin monivuotisiin vaihteluihin kohdistunut tutkimustyö. — 6. Douglassin ja Huntingtonin tutkimukset. — 7. Esillä olevan niteen sisällyksen rajoitus.

Tutkimusaineisto ja -menetelmät.

Alkeisaineiston keräys ..... 11—14

8. Tekijän v. 1918 suorittama tutkimusretki Kajaanin kihlakunnassa sijaitseviin kruununmetsiin. — 9. Lisäaineistoa maan muista osista vv. 1919—1920 keränneet henkilöt. — 10. Aineiston keräämistä varten avustajille annetut ohjeet. — 11. Eräitä ohjeiden tarkoitusta koskevia huomautuksia.

Alkeisaineistoa koskevat tiedot ..... 15—33

12. Esitettyjen tietojen laatu ja esityksen jäsentely. — 13. Kasvupaikkojen ja metsiköiden kuvaukset. — 14, 15, 16, 17. Koepuita koskevat tiedot. — 18. Muistutukset. — 19, 20, 21. B-aineisto Kajaanin seuduilta. — 22, 23, 24. A-aineisto Sodankylästä. — 25, 26, 27. A-aineisto Evolta. — 28, 29, 30. L-aineisto Kuusamosta. — 31, 32, 33. I-aineisto Pielisjärven seuduilta. — 34, 35, 36. J-aineisto Suojärveltä. — 37, 38, 39. E-aineisto Lokalahdelta.

Tutkimuskohdat ja koepuut ..... 34—55

40. Esillä olevassa luvussa käsitellyt tiedot ja noudatettu esitystapa. — 41, 42, 43. Kasvupaikat. — 44, 45, 46. Metsiköt. — 47, 48. Koekohdilla suoritetut metsätaloudelliset toimenpiteet. — 49, 50. Tutkittuja metsiköitä kohdanneet vahingot. — 51, 52, 53, 54. Tutkittujen puiden lukumäärä. — 55, 56,

Siv.

57, 58, 59. Mitattujen puiden ikä. — 60. Mitattujen puiden läpimitta rinnan korkeudella. — 61, 62, 63, 64. Mitattujen puiden pituus. — 65, 66. Mitattujen puiden asema metsikössä.

Kiekkojen mittaus ..... 56—62

67, 68, 69, 70. Kiekkojen valinta mittausta varten. — 71, 72, 73, 74. Kiekkojen valmennus ennen mittausta. — 75, 76, 77. Varsinaisen mittaustyön suoritus. — 78, 79, 80, 81. Mittaustuloksien tarkistus.

Katsaus saatuun havaintoaineistoon ..... 63—85

82, 83. Katsauksessa kosketellut seikat ja käytetyt merkinnät. — 84, 85. Ryhmä B. I. — 86, 87, 88. Ryhmä B. II. — 89, 90, 91, 92, 93. Ryhmä B. III. — 94, 95, 96, 97. Ryhmä B. IV. — 98, 99. Ryhmä A. I. — 100, 101. Ryhmä A. II. — 102, 103. Ryhmä A. III. — 104, 105. Ryhmä A. IV. — 106, 107. Ryhmä A. V. — 108, 109. Ryhmä A. VI. — 110, 111. Ryhmä L. I. — 112. Ryhmä L. II. — 113, 114. Ryhmä I. I. — 115, 116. Ryhmä I. II. — 117, 118. Ryhmä I. III. — 119, 120. Ryhmä J. I. — 121, 122. Ryhmä J. II. — 123, 124. Ryhmä J. III. — 125, 126. Ryhmä J. IV. — 127, 128. Ryhmä J. V. — 129, 130. Ryhmä J. VI. — 131, 132. Ryhmä E. I. — 133, 134. Ryhmä E. II. — 135, 136. Ryhmä E. III. — 137, 138. Ryhmä E. IV. — 139, 140. Ryhmä E. V.

Havaintosarjojen erittely ..... 86—90

141. Tarkastetut kasvusarjat. — 142. Sarjojen havainnolliset esitykset (alkeistaulusto). — 143. Kasvuviivojen yleinen kulku. — 144. Alkeissarjoissa havaittavat aikakautiset vaihtelut. — 145. Sarjojen valinta yksityiskohtaista erittelyä varten. — 146. Sarjojen toisarvoisiksi merkittyjen kohtien huomioon ottaminen. — 147, 148. Yksityiskohtaisen erittelyn suoritus ja tulokset.

Tutkimustulokset.

Johdanto ..... 93—98

149. Tuloksien tarkastelun lähtökohta ja käsittelyn jäsentely. — 150. Eripitkiä vaihteluita erikseen käsittelevissä luvuissa noudatettu esitystapa. — 151. Johdannolliset taulukot. — 152. Vaihteluiden jakson ja puolijakson pituutta koskevat taulukot. — 153. Vaihteluiden amplitudia selvittelevä taulukko. — 154. Ääriarvokohtien ryhmittely. — 155. Ryhmittelyn tuloksia osoittavat taulukot. — 156. Vaihteluiden toisiaan vastaavat ääriarvot eri koekohdilla näyttävät taulukot. — 157. Eniten poikkeavat havainnot käsittävä yhdistelmä. — 158. Vaihteluiden keskimääräiset ääriarvokohdat ja jakson pituudet suomailla ja kankailla keskenään rinnastava taulukko.

Siv.

Kasvun 7-vuotiset ja 11-vuotiset vaihtelut ..... 99—136

159. Katsaus kasvun 11-vuotisia vaihteluita koskeviin erittelyihin. — **160.** Erittelyjen arvostelua. — **161.** Erittelyissä esiintyvät jakson ja puolijakson pituudet. — **162.** Erittelyjen piirustuksissa erottautuvat jaksotyypit. — **163.** Eri jaksotyyppien erottaminen toisistaan. — **164.** Pienen ja suuren jaksotyypin vertailu keskenään.

Kasvun 7-vuotiset vaihtelut .....(107—121)

165. Vaihteluiden amplitudi. — **166.** Ääriarvokohtien ryhmittely. — **167.** Ryhmittelyn vyöhykejako. — **168.** Ääriarvojen sopeutuminen noudatettuun järjestelmään. — **169.** Havainnoista laskettujen keskimääräisten ääriarvokohtien poikkeukset vastaavista teoreettisista ajankohdista. — **170.** Ryhmittelyn avulla laskettu jakson keskipituus. — **171.** Keskimääräisiin ääriarvokohtiin nojaten johdetut jakson ja puolijakson pituudet. — **172.** Noudatetusta järjestelmästä eniten poikkeavat havainnot. — **173.** Suomaita ja kankaita edustavien aineistojen vertaus toisiinsa.

Kasvun 11-vuotiset vaihtelut .....(122—136)

174. Vaihteluiden amplitudi. — **175.** Ääriarvokohtien ryhmittely. — **176.** Ryhmittelyn vyöhykejako. — **177.** Havaintojen sopeutuminen sovellettuun järjestelmään. — **178.** Teoreettisten ja havaittujen keskimääräisten ääriarvokohtien erotus. — **179.** Ryhmittelyn tuloksena saatu jakson keskipituus. — **180.** Keskimääräisten ääriarvokohtien avulla määrätyt jakson ja puolijakson pituudet. — **181.** Noudatetusta järjestelmästä eniten poikkeavat havainnot. — **182.** Suomaita ja kankaita edustavien aineistojen rinnastus keskenään.

Kasvun 21-vuotiset vaihtelut ..... 137—149

183. Katsaus kasvun 21-vuotisia vaihteluita edustaviin erittelyihin. — **184.** Vaihteluiden jakson ja puolijakson pituus. — **185.** Vaihteluiden amplitudi. — **186.** Ääriarvokohtien ryhmittely. — **187.** Ryhmittelyn vyöhykejako. — **188.** Havaintojen sopeutuminen käytettyyn järjestelmään. — **189.** Erotus teoreettisten ja havaittujen keskimääräisten ääriarvokohtien välillä. — **190.** Keskimääräisistä ääriarvokohdista johdetut jakson ja puolijakson pituudet. — **191.** Sovelletusta järjestelmästä eniten poikkeavat havainnot. — **192.** Vertailu suomaita ja kankaita edustavien aineistojen välillä.

Kasvun 35-vuotiset vaihtelut ..... 150—161

193. Katsaus kasvun 35-vuotisia vaihteluita koskeviin erittelyihin. — **194.** Vaihteluiden jakson ja puolijakson pituus. — **195.** Vaihteluiden amplitudi. — — **196.** Ääriarvokohtien ryhmittely. — **197.** Ryhmittelyn vyöhykejako. — **198.** Havaintojen sopeutuminen sovellettuun järjestelmään. — **199.** Teoreettisten ja havaittujen keskimääräisten ääriarvokohtien vertaus toisiinsa. — **200.** Keskimääräisten ääriarvokohtien avulla määrätyt jakson ja puolijakson pituudet. — **201.** Noudatetusta järjestelmästä eniten poikkeavat havainnot. — **202.** Suomaita ja kankaita edustavien aineistojen rinnastus keskenään.

Siv.

Kasvun 70-vuotiset vaihtelut ..... 162—170

203. Katsaus kasvun 70-vuotisia vaihteluita edustaviin erittelyihin. — **204**. Vaihteluiden jakson ja puolijakson pituus. — **205**. Vaihteluiden amplitudi. — **206**. Ääriarvokohtien ryhmittely. — **207**. Ryhmittelyn vyöhykejako. — **208**. Havaintojen sopeutuminen noudatettuun järjestelmään. — **209**. Havainnoille rakentuvien keskimääräisten ääriarvokohtien rinnastus vastaaviin teoreettisiin ajankohtiin. — **210**. Keskimääräisistä ääriarvokohdista johdetut jakson ja puolijakson pituudet. — **211**. Sovelletusta järjestelmästä eniten poikkeavat havainnot. — **212**. Vertailu suomaita ja kankaita edustavien aineistojen välillä.

Tulosyhdistelmä ..... 171—177

213. Tutkitussa aineistossa havaitut monivuotiset vaihtelut. — **214**. Vaihtelukausien pituus. — **215**. Vaihteluiden erilaisuus eri kasvupaikoilla. — **216**. Vaihtelukausien amplitudi. — **217**. Tuloksien yleistäminen.

Referat.

Über vieljährige Schwankungen im Dickenwachstum der Kiefer (Pinus silvestris).

Kartta ja valokuvat.

Kartta, joka osoittaa tutkimuskohdat. — I, II ja III valokuva: Koekohdat B. II, B. III ja B. IV. — IV ja V valokuva: Leikkaukset B. IV. 64. 1,3 ja B. IV. 24. 1,3. — VI ja VII valokuva: Leikkaukset B. I. 5.1,3 ja B. III. 15.1,3. — VIII ja IX valokuva: Osa leikkauksista B. I. 5.1,3 ja B. III. 15. 1,3.

Havainnolliset esitykset.

I taulu. Kasvun 7-vuotiset ja 11-vuotiset vaihtelut suomailla (1).

10. erittely: B. III. 2. R, 1700—1790. — 11. erittely: B. III. 28. R, 1810—1880. — 78. erittely: J. V. 4. r, 1740—1790. — 79. erittely: J. V. 1. r, 1810—1890. — 99. erittely: E. II. I. r, 1680—1790. — 68. erittely: J. III. 1. r, 1820—1920. — 54. erittely: I. I. 4. r, 1740—1840.

II taulu. Kasvun 7-vuotiset ja 11-vuotiset vaihtelut suomailla (2).

35. erittely: A. V. 6. r, 1700—1770. — 37. erittely: A. V. 3. R, 1820—1880. — 45. erittely: L. I. 3. r, 1610—1670. — 9. erittely: B. III. 8. r, 1690—1760. — 1. erittely: B. I. 1. r, 1790—1880. — 46. erittely: L. I. 6. r, 1680—1780. — 12. erittely: B. III. 38. R, 1820—1880. — 19. erittely: B. IV. 19. R, 1810—1920.

III taulu. Kasvun 7-vuotiset ja 11-vuotiset vaihtelut kankailla (1).

85. erittely: J. VI. 2. r, 1720—1780. — 87. erittely: J. VI. 4. R, 1830—1920. — 72. erittely: J. IV. 1. r, 1710—1840. — 42. erittely: A. VI. 5. r, 1860—1920. — 71. erittely: J. IV. 2. R, 1670—1720. — 73. erittely: J. IV.

1. R, 1830—1920. — 22. erittely: A. I. 2. r, 1800—1850. — 23. erittely: A. I. 4. r, 1870—1920.

IV taulu. Kasvun 7-vuotiset ja 11-vuotiset vaihtelut kankailla (2).

29. erittely: A. III. 6. r, 1700—1800. — 105. erittely: E. IV. 5. r, 1840—1900. — 92. erittely: E. I. 4. r, 1650—1710. — 94. erittely: E. I. 1. R, 1730—1830. — 95. erittely: E. I. 5. r, 1850—1920. — 91. erittely: E. I. 4. R, 1610—1650. — 104. erittely: E. III. 2. r, 1820—1920.

V taulu. Kasvun 21-vuotiset vaihtelut suomailla (1).

14. erittely: B. III. 28. R, 1780—1870. — 80. erittely: J. V. 3. r, 1730—1790. — 82. erittely: J. V. 1. r, 1820—1870. — 69. erittely: J. III. 3. R, 1760—1920. — 81. erittely: J. V. 4. r, 1750—1810.

VI taulu. Kasvun 21-vuotiset vaihte ut suomailla (2).

100. erittely: E. II. 1. r, 1730—1840. — 13. erittely: B. III. 15. R, 1730—1790. — 2. erittely: B. I. 2. R, 1810—1870. — 49. erittely: L. I. 6. R, 1680—1790. — 20. erittely: B. IV. 58. R, 1820—1920. — 48. erittely: L. I. 3. R, 1590—1670. — 38. erittely: A. V. 5. r, 1770—1860.

VII taulu. Kasvun 21-vuotiset vaihtelut kankailla (1).

106. erittely: E. IV. 5. R, 1810—1920. — 33. erittely: A. IV. 5. R, 1800—1880. — 26. erittely: A. II. 6. R, 1790—1920. — 63. erittely: J. I. 5. R, 1820—1920.

VIII taulu. Kasvun 21-vuotiset vaihtelut kankailla (2).

31. erittely: A. III. 2. R, 1820—1920. — 96. erittely: E. I. 5. R, 1730—1820. — 24. erittely: A. I. 2. R, 1840—1900. — 74. erittely: J. IV. 5. R, 1720—1800. — 43. erittely: A. VI. 5. r, 1820—1890. — 88. erittely: J. VI. 3. r, 1780—1870.

IX taulu. Kasvun 35-vuotiset vaihtelut suomailla (1).

15. erittely: B. III. 15. r, 1670—1800. — 17. erittely: B. III. 31. R, 1820—1890. — 101. erittely: E. II. 2. r, 1590—1720. — 103. erittely: E. II. 1. r, 1760—1850. — 102. erittely: E. II. 6. R, 1710—1800. — 8. erittely: B. II. 10. r, 1830—1920. — 51. erittely: L. I. 2. R, 1770—1890.

tau u. Kasvun 35-vuotiset vaihtelut suomailla (2).

39. erittely: A. V. 5. R, 1790—1920. — 16. erittely: B. III. 30. R, 1780—1890. — 83. erittely: J. V. 3. r, 1770—1890. — 70. erittely: J. III. 4. R, 1760—1920.

XI taulu. Kasvun 35-vuotiset vaihtelut kankailla (1).

27. erittely: A. II. 5. R, 1820—1920. — 76. erittely: J. IV. 2. r, 1800—1920. — 75. erittely: J. IV. 1. r, 1660—1810. — 89. erittely: J. VI. 1. R, 1800—1920.

XII taulu. Kasvun 35-vuotiset vaihtelut kankailla (2).

44. erittely: A. VI. 4. R, 1810—1900. — 34. erittely: A. IV. 3. r, 1810—1920. — 97. erittely: E. I. 4. R, 1660—1780. — 53. erittely: L. II. 1. R, 1810—1920. — 98. erittely: E. I. 2. R, 1760—1890.

XIII taulu. Kasvun 70-vuotiset vaihtelut suomailla (1).

18. erittely: B. III. 6. R, 1710—1920. — 3. erittely: B. I. 2. r, 1730—1870. — 4. erittely: B. I. 5. r, 1810—1920. — 21. erittely: B. IV. 51. r, 1810—1920.

XIV taulu. Kasvun 70-vuotiset vaihtelut suomailla (2).

56. erittely: I. I. 1. R, 1750—1890. — 84. erittely: J. V. 4. r, 1720—1920. — 40. erittely: A. V. 6. R, 1770—1890. — 52. erittely: L. I. 3. R, 1670—1870.

XV taulu. Kasvun 70-vuotiset vaihtelut kankailla.

28. erittely: A. II. 2. r, 1800—1920. — 90. erittely: J. VI. 3. r, 1700—1920. — 77. erittely: J. IV. 1. r, 1640—1920. — 32. erittely: A. III. 3. r, 1720—1920.

Tekstiin sisältyvät taulukot.

Siv.

I. Kasvun monivuotisten vaihteluiden keskimääräiset jakson pituudet erittelyistä johdettuina 94

II. Erittelyt kasvun 11-vuotisista vaihteluista suomailla 100
III. Erittelyt kasvun 11-vuotisista vaihteluista kankailla 101
IV. Jakson pituus kasvun 11-vuotisia vaihteluita koskevissa erittelyissä .. 102
V. Puolijakson pituus kasvun 11-vuotisia vaihteluita koskevissa erittelyissä 102
VI. Kasvun 11-vuotisten vaihteluiden pienen ja suuren jaksotyypin puolijakson pituus 105
VII. Kasvun 11-vuotisten vaihteluiden pienen ja suuren jaksotyypin jakson pituus 106

VIII. Kasvun 7-vuotisten vaihteluiden amplitudi 107
IX. Kasvun 7-vuotisten vaihteluiden ääriarvokohdat järjestettyinä 22-vuotista ryhmittelyä noudattaen ..... 108—109
X. Kasvun 7-vuotisten vaihteluiden keskimääräiset ääriarvokohdat verrattuina vastaaviin 22-vuotisen ryhmittelyn perusteella saatuihin teoreettisiin ajankohtiin ..... 110—111
XI. Kasvun 7-vuotisten vaihteluiden keskimääräiset ääriarvokohdat sekä jakson ja puolijakson keskimääräiset pituudet ..... 113—114
XII. Kasvun 7-vuotisten vaihteluiden toisiaan vastaavat ääriarvot suomaiden eri koekohdilla ..... 116—117
XIII. Kasvun 7-vuotisten vaihteluiden toisiaan vastaavat ääriarvot kankaiden eri koekohdilla ..... 118—119
XIV. Kasvun 7-vuotisten vaihteluiden keskimääräiset ääriarvokohdat ja jakson pituudet suomailla ja kankailla toisiinsa verrattuina .... 120—121

XV. Kasvun 11-vuotisten vaihteluiden amplitudi 122
XVI. Kasvun 11-vuotisten vaihteluiden ääriarvokohdat järjestettyinä 21-vuotista ryhmittelyä noudattaen ..... 124—125
XVII. Kasvun 11-vuotisten vaihteluiden keskimääräiset ääriarvokohdat verrattuina vastaaviin 21-vuotisen ryhmittelyn perusteella saatuihin teoreettisiin ajankohtiin ..... 126—127
XVIII. Kasvun 11-vuotisten vaihteluiden keskimääräiset ääriarvokohdat sekä jakson ja puolijakson keskimääräiset pituudet ..... 128—129
XIX. Kasvun 11-vuotisten vaihteluiden toisiaan vastaavat ääriarvot suomaiden eri koekohdilla ..... 130—131

Siv.

XX. Kasvun 11-vuotisten vaihteluiden toisiaan vastaavat ääriarvot. kankaiden eri koekohdilla ..... 132—133
XXI. Kasvun 11-vuotisten vaihteluiden keskimääräiset ääriarvokohdat ja jakson pituudet suomailla ja kankailla toisiinsa verrattuina 135

XXII. Erittelyt kasvun 21-vuotisista vaihteluista suomailla 137
XXIII. Erittelyt kasvun 21-vuotisista vaihteluista kankailla 138
XXIV. Kasvun 21-vuotisten vaihteluiden jakson pituus 139
XXV. Kasvun 21-vuotisten vaihteluiden puolijakson pituus 139
XXVI. Kasvun 21-vuotisten vaihteluiden amplitudi 140
XXVII. Kasvun 21-vuotisten vaihteluiden ääriarvokohdat järjestettyinä 22-vuotista ryhmittelyä noudattaen ..... 142—143
XXVIII. Kasvun 21-vuotisten vaihteluiden keskimääräiset ääriarvokohdat verrattuina vastaaviin 22-vuotisen ryhmittelyn perusteella saatuihin teoreettisiin ajankohtiin sekä jakson ja puolijakson keskimääräiset pituudet 144
XXIX. Kasvun 21-vuotisten vaihteluiden toisiaan vastaavat ääriarvot suomaiden eri koekohdilla ..... 146—147
XXX. Kasvun 21-vuotisten vaihteluiden toisiaan vastaavat ääriarvot kankaiden eri koekohdilla ..... 146—147
XXXI. Kasvun 21-vuotisten vaihteluiden keskimääräiset ääriarvokohdat ja jakson pituudet suomailla ja kankailla toisiinsa verrattuina 148

XXXII. Erittelyt kasvun 35-vuotisista vaihteluista suomailla 150
XXXIII. Erittelyt kasvun 35-vuotisista vaihteluista kankailla 151
XXXIV. Kasvun 35-vuotisten vaihteluiden jakson pituus 152
XXXV. Kasvun 35-vuotisten vaihteluiden puolijakson pituus 152
XXXVI. Kasvun 35-vuotisten vaihteluiden amplitudi 153
XXXVII. Kasvun 35-vuotisten vaihteluiden ääriarvokohdat järjestettyinä 37-vuotista ryhmittelyä noudattaen ..... 154—155
XXXVIII. Kasvun 35-vuotisten vaihteluiden keskimääräiset ääriarvokohdat verrattuina vastaaviin 37-vuotisen ryhmittelyn perusteella saatuihin teoreettisiin ajankohtiin sekä jakson ja puolijakson keskimääräiset pituudet 157
XXXIX. Kasvun 35-vuotisten vaihteluiden toisiaan vastaavat ääriarvot suomaiden eri koekohdilla ..... 158—159
XL. Kasvun 35-vuotisten vaihteluiden toisiaan vastaavat ääriarvot kankaiden eri koekohdilla ..... 158—159
XLI. Kasvun 35-vuotisten vaihteluiden keskimääräiset ääriarvokohdat ja jakson pituudet suomailla ja kankailla toisiinsa verrattuina 161

XLII. Erittelyt kasvun 70-vuotisista vaihteluista suomailla 162
XLIII. Erittelyt kasvun 70-vuotisista vaihteluista kankailla 163
XLIV. Kasvun 70-vuotisten vaihteluiden jakson pituus 164
XLV. Kasvun 70-vuotisten vaihteluiden puolijakson pituus 164
XLVI. Kasvun 70-vuotisten vaihteluiden amplitudi 165

Siv.
XLVII. Kasvun 70-vuotisten vaihteluiden ääriarvokohdat järjestettyinä 73-vuotista ryhmittelyä noudattaen ..... 166—167
XLVIII. Kasvun 70-vuotisten vaihteluiden keskimääräiset ääriarvokohdat verrattuina vastaaviin 73-vuotisen ryhmittelyn perusteella saatuihin teoreettisiin ajankohtiin sekä jakson ja puolijakson keskimääräiset pituudet 167
XLIX. Kasvun 70-vuotisten vaihteluiden toisiaan vastaavat ääriarvot suomaiden eri koekohdilla 168
L. Kasvun 70-vuotisten vaihteluiden toisiaan vastaavat ääriarvot kankaiden eri koekohdilla 168
LI. Kasvun 70-vuotisten vaihteluiden keskimääräiset ääriarvokohdat ja jakson pituudet suomailla ja kankailla toisiinsa verrattuina 169

LII. Vaihtelukausien keskipituus eri tavoin määrättynä 172
LIII. Vaihtelukausien keskimääräinen amplitudi eri tavoin määrättynä 175

JOHDANTO.

Johdanto.

1. Kasvin kehitykselle on tunnusomaista n.s. *suuri kasvukausi*, joka voidaan todeta sekä yksityistä solua että jokaista monisoluista kasvinosaa tarkastettaessa: kehitys kasvukautena tapahtuu aluksi hitaasti, tämän jälkeen yhä nopeammin määrättyyn rajaan saakka ja tästä edelleen asteettain vähenevällä nopeudella.[1] Ulkonaiset olosuhteet saattavat tosin korostavasti tai heikentävästi tahi määrätyllä asteella täysin ehkäisevästi vaikuttaa kasvuun, mutta kehityksen yleinen kulku on niiden vaikutuksesta riippumaton.[2]

2. Puiden kasvusuhteita selviteltäessä tahdotaan useimmiten juuri saada käsitys suuren kasvukauden kulusta. Yksityisiä puita tarkastettaessa seurataan kasvun eri tunnuksien (karakteristikain) — pituuden, paksuuden, kuutiomäärän j.n.e. — kehitystä *ikäkaudesta toiseen*, ja (tasaikäisiä) puuryhmiä tai kokonaisia metsiköitä tutkittaessa on päämääränä niin ikään nimenomaan *ijän mukana* tapahtuvien muutoksien tarkkaaminen.

Metsätaloudellisia tarkoituksia varten suoritetuissa tutkimuksissa pidetään yleensä eri puulajit ja (tavalla tai toisella määrätyt) metsämaan hyvyysluokat erillään toisistaan, mutta muuten pyritään aineistoa kaikin keinoin yhdistämällä mahdollisimman suurpiirteiseen kuvaan kasvun *yleisestä* kehityksestä. Tätä päämäärää silmällä pitäen toimitetaan jo mittaukset tavallisimmin 10-vuotisia (harvemmin 5-vuotisia) ikäerotuksia käyttäen, ja aineistoa käsiteltäessä tasoitellaan saatuja arvoja edelleen erilaisin laskennollisin ja piirustuksellisin menetelmin. Tutkimuksien tulokset kootaan n.s. *kasvu- ja tuottotauluihin*, jotka osoittavat määrätyn puulajin keskimääräisen kehityksen tuloksen eri ikäkausina erilaisilla kasvupaikoilla.

[1] Vrt. Eug. Warming—W. Johannsen: Den Almindelige Botanik, Fjerde Udgave, Kjøbenhavn 1900, ss. 441—442.

[2] Vrt. Warming—Johannsen, mainittu teos, s. 622.

3. Tätä yleisesti käytettyä tietä kulki esillä olevan tutkimuksen tekijä kymmenkunta vuotta sitten tarkoituksella selvitellä metsänkasvua erilaisilla suomailla. Tutkimusaineiston olin syksyllä v. 1915 kerännyt Haapajärven hoitoalueesta Keski-Pohjanmaalla. Tarkoitusta varten kaadetuista koepuista oli kustakin sahattu kiekkoja juuren niskasta ja rinnan (1.3 m:n) korkeudelta sekä varsinaisen runko-osan kunkin parittoman metriluvun (1, 3, 5, . . .) kohdalta. Kiekot oli tutkittu vaihtelevan vahvuista suurennusta käyttäen, ja mittaukset suoritettu kahta toisiaan vastaan kohtisuoraa halkaisijaa myöten 5-vuotisin ikäerotuksin. Näiden mittauksien nojalla oli kullekin puulle tehty rungon erittely (analyysi), tarkastamalla rinnankorkeus-läpimitan ja -alan, pituuden, kuutiomäärän y.m. kasvun tunnuksien kehitystä 5-vuotiskaudesta toiseen.

Kasvusarjoja piirustuksellisesti tasoittaessani panin merkille etenkin pitkissä, 100—300 vuotta sisältävissä havaintosarjoissa selvästi osoittautuvan *jaksollisuuden*, joka näytti käsittävän kulloinkin 6—8 5-vuotiskautta. Selvimmin tuli aaltomaisuus esille varsinaisiin mittaustuloksiin (läpimitan arvoihin) ja niihin suorastaan verrattaviin lukuihin (ympyränaloihin) perustuvissa käyrissä, jonkun verran heikommin tasoitettujen arvojen (pituus- ja kuutiolukujen) nojalla piirretyissä esityksissä. Syventyessäni asiaa lähemmin tutkimaan rajoituin tämän takia aluksi tarkastamaan paksuuskasvua.

Tutkielmaa varten käyttämäni aineisto käsitti kaikkiaan 42 havupuuta, joista 32 oli mäntyjä ja loput kuusia. Mitattujen kiekkojen lukumäärä oli n. 300.

Alkuperäisten kasautuvien (kumulatiivisten) sarjojen sijasta käsittelin niistä johdettuja erotussarjoja.

Esitettyäni nämä sarjat havainnollisesti (graafisesti) tarkastin erikseen kuhunkin koepuuhun kohdistuvat murtoviivaryhmät ja merkitsin muistiin ympäristöstään selvästi erottautuvat maksimi- ja minimikohdat. Lopullinen tulosyhdistelmä näytti huomattavimpien samanmerkkisten ääriarvojen asettuneen suunnilleen joka toisen 5-vuotiskauden kohdalle, mikä siis osoitti sarjassa vallitsevan n. 10-vuotisen jakson.

Tutkimuksen jouduttua tälle asteelle vertasin johtamani sarjan tunnettuun auringonpilkkujen 11-vuotiseen jaksoon.[1] Tällöin totesin, että tutkimusalueen suomaiden havupuiden paksuuskasvulla on selvästi

[1] Vrt. JULIUS HANN: Handbuch der Klimatologie, Dritte Auflage, I. Band, Allgemeine Klimalehre, Stuttgart 1908, s. 355.

ilmenevä, 11-vuotista auringonpilkkujaksoa positiivisesti seuraava aikakautinen vaihtelu.[1]

Nämä tulokset muuttivat täydelleen asenteeni tutkimani kysymyksen suhteen. Ikämomentin edelle asetin nyt *aikamomentin*. Alkuperäisen tutkimusohjelmani toteuttamisen päätin siirtää tuonnemmaksi ja sen sijaan kohdistaa huomioni kasvun kulussa ilmenneiden *monivuotisten vaihteluiden* selvittelemiseen. Aihe tuntui mielenkiintoiselle etenkin sen takia, että sitä aikaisemmin tiettävästi ei ole käsitelty enemmän metsätieteellisellä kuin kasvitieteelliselläkään taholla.

4. Puiden kasvun jaksollisuus on tietenkin lähinnä asetettava yhteyteen sääsuhteissa ilmenevien muutoksien kanssa. Sääsuhteiden — lähinnä sademäärän ja lämpötilan — vaikutus puiden kasvuun ei suinkaan ole jäänyt kasvi- ja metsätieteilijäin huomiota vaille. Kysymystä koskettelevissa tutkimuksissa on kuitenkin useimmiten nojauduttu varsin vähäiseen aineistoon ja tarkastettu suhteellisen lyhyitä havaintokausia, jopa yksityisiä vuosia. Monesti ovatkin nämä tutkimukset aiheutuneet siitä, että muutamien määrättyjen vuosien kasvutulokset ovat olleet silmiin pistävästi tavallisuudesta poikkeavat. Päähuomio on aina kohdistettu vuoden kasvun riippuvaisuuteen kulloinkin vallinneista sääsuhteista.[2]

---

[1] Tarkoitukseni on tuonnempana erillisenä julkaisuna esittää kyseissä oleva tutkielma, jonka menetelmiä ja tuloksia selostin Suomen Metsätieteellisen Seuran vuosikokouksessa keväällä v. 1919. Vrt. O. J. Lakari: Suomen Metsätieteellisen Seuran toiminta v. 1917—1920, *Acta Forestalia Fennica* 14, Helsinki 1920, ss. 47—49.

[2] Merkittävimpinä mainittakoon seuraavat tutkimukset:

Henry: Influence de la sécheresse de l'année 1893 sur la végétation forestière en Lorraine, *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'académie des sciences de Paris*, tome CXIX, Paris 1894, ss. 1025—1027.

Emile Mer: Influence de l'état climatérique sur la croissance des sapins, *Journal de botanique*, tome IX, Paris 1895, ss. 178—180, 202—206, 222—228, 229—233, 247—255.

Frank Schwarz: Physiologische Untersuchungen über Dickenwachstum und Holzqualität von Pinus silvestris, Berlin 1899.

Henrik Hesselman: Om tallens höjdtillväxt och skottbildning somrarne 1900—1903, *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt*, häftet 1, Stockholm 1904, ss. 25—43.

— » —: Om tallens diametertillväxt under de sista tio åren, *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt*, häftet 1, Stockholm 1904, ss. 45—53.

Karl Böhmerle: Die Dürreperiode 1904 und unsere Versuchsbestände, *Centralblatt für das gesamte Forstwesen* 1907, 5. Heft, Wien 1907, ss. 192—208.

A. Cieslar: Einige Beziehungen zwischen Holzzuwachs und Witterung, *Centralblatt für das gesamte Forstwesen* 1907, 6., 7. Heft, Wien 1907, ss. 233—246, 289—311.

А. И. Тольскій: Къ вопросу о вліяніи метеорологическихъ условій на развитіе сосны въ Бузулукскомъ бору, *Труды по лѣсному опытному дѣлу въ Россіи*, выпускъ XLVII, С.-Петербургъ 1913.

Vain parissa tutkimuksessa on ohimennen kajottu kasvun monivuotisiin muutoksiin.[1]

5. Tunnettua on, että ilmastolliset tekijät osoittavat monivuotisia (syklisiä) vaihteluita.[2] Tätä alaa koskeva tutkimustyö on virinnyt erittäin vilkkaaksi etenkin sen jälkeen kuin BRÜCKNER viime vuosisadan lopulla julkaisi ilmastovaihteluita selvittelevän käänteentekevän teoksensa.[3] Suoritettujen tutkimuksien lukuisuudesta huolimatta ovat saavutetut tulokset kuitenkin vielä monessa suhteessa epämääräiset ja keskenään ristiriitaiset, mikä osittain johtuu noudatettujen tutkimusmenetelmien heikkouksista, mutta ennen kaikkea käytettävissä olevien luotettavien havaintosarjojen suhteellisesta lyhyydestä.[4]

6. Tarpeeksi pitkien ja yhtenäisten suoranaisten havaintosarjojen puutteessa ovat eräät tutkijat ilmastotieteellisiin tarkoituksiin ryhtyneet käyttämään puiden kasvusarjoja. Tässä yhteydessä on ennen muita mainittava pari amerikkalaista tiedemiestä, nim. tähtitieteilijä DOUGLASS ja maantieteilijä HUNTINGTON. Ensiksi mainittu on nimenomaan kiinnittänyt huomionsa puiden kasvun jaksollisuuteen, viimeksi mainittu on pyrki-

---

AXEL WALLÉN: Om temperaturens och nederbördens inverkan på granens och tallens höjd- och radietillväxt å Stamnäs Kronopark 1890—1914, *Skogshögskolans Festskrift 1917*, Stockholm 1917, ss. 413—427.

ERKKI LAITAKARI: Tutkimuksia sääsuhteiden vaikutuksesta männyn pituus- ja paksuuskasvuun, *Acta Forestalia Fennica* 17, Helsinki 1920.

W. E. HILEY—NORMAN CUNLIFFE: Height growth of trees and meteorological conditions, *Oxford Forestry Memoirs*, number 1, Oxford 1922.

GUSTAF KOLMODIN: Tillväxtundersökningar i Norra Dalarna, *Skogsvårdsföreningens Tidskrift* 1923, häft. januari—februari, Stockholm 1923; ss. 1—35.

Sekä MER että SCHWARZ viittaavat (edellä mainituissa tutkimuksissaan) siihen, että sääsuhteiden vaikutus puiden kasvuun olisi pidettävä mielessä metsänhoidollisten toimenpiteiden tuloksia arvosteltaessa, ja KOLMODIN esittää (äsken mainitussa kirjoituksessaan) esimerkin siitä, että apuharvennuksien vaikutuksesta metsikön kehitykseen voidaan saada aivan väärä käsitys, jos sääsuhteiden vaikutus jätetään huomioon ottamatta.

[1] Vrt. LAITAKARI, mainittu julkaisu, s. 50, sekä KOLMODIN, mainittu kirjoitus.

[2] Vrt. HANN, edellä mainittu teos, s. 345.

[3] EDUARD BRÜCKNER: Klimaschwankungen seit 1700, *Geographische Abhandlungen herausgegeben von Albrecht Penck in Wien*, Band IV, Heft 2, Wien und Olmütz 1890.

[4] Vrt. HANN, mainittu teos, ss. 345—364 ja 387—388, sekä tämän teoksen ilmestymisen jälkeen julkaistujen tutkimuksien suhteen esim. aikakauskirja *Meteorologische Zeitschrift* (Braunschweig).

nyt selvittelemään ilmastosuhteiden (lähinnä sademäärän) absoluuttisia muutoksia m.m. puiden kasvusarjoja apunaan käyttäen.[1]

Douglass ja Huntington perustavat tutkimuksensa erilaisten puiden tyviosissa tehtyihin lustomittauksiin. Douglass on suorittanut mittauksensa vuodesta vuoteen. Hänen aineistonsa käsittää n. 275 havupuuta, joista useimmat ovat kasvaneet Pohjois-Amerikan Yhdysvaltojen länsiosissa (Arizona, California, Colorado ja Oregon), vähäiset ryhmät Yhdysvaltojen itäosissa (Vermont) sekä Pohjois- ja Keski-Euroopassa (Englanti, Norja, Ruotsi, Saksa ja Tsekkoslovakia). Huntington tarkastaa parhaastaan 10-vuotisin ikäerotuksin, pieneltä osalta vuoden tarkkuudella, mitattuja kasvusarjoja. Aineisto käsittää toisaalti 2664 kpl. Yhdysvaltojen metsähallinnon eri osissa maata mittauttamaa havu- ja lehtipuuta, toisaalti 451 kpl. tutkijan apulaisineen Sierra Nevadan vuoristossa mittaamaa mammutpetäjää (*Sequoia washingtoniana*). Näitä jättiläispuita sisältyy Douglassin aineistoon 23 kpl. Kummankin tutkijan huomio kohdistuukin ensi sijassa mammutpetäjiin, joita tarkastamalla he ovat voineet ulottaa havaintokautensa 3200 vuotta menneisiin aikoihin.

Sekä Douglass että Huntington rinnastavat kasvusarjansa sääsuhteiden (lähinnä sademäärän) ja kosmisten ilmiöiden (auringonpilkkujen suhteellisen runsauden) muutoksia osoittaviin havaintosarjoihin. Douglass

[1] Näiden tiedemiesten julkaisuista tulevat seuraavat esillä olevan tutkimuksen kannalta lähinnä kysymykseen:

A. E. Douglass: Weather cycles in the growth of big trees, *Monthly Weather Review*, June 1909, Washington, ss. 225—237.

— » —: Method of estimating rainfall by the growth of trees, *Bulletin of the American Geographical Society*, May 1914, Washington, ss. 321—335.

» —: A method of estimating rainfall by the growth of trees, *Huntington, The climatic factor* (vrt. alempana), Chapter XI, Washington 1914, ss. 101—121.

— » —: Climatic records in the trunks of trees, *American Forestry*, December 1917, Washington, ss. 732—735.

» : Climatic cycles and tree-growth, *Carnegie Institution of Washington*, Publication No. 289, Washington 1919.

» : Evidence of climatic effects in the annual rings of trees, *Ecology*, January 1920, Brooklyn, ss. 24—32.

— » —: Some aspects of the use of the annual rings of trees in climatic study, *Smithsonian Institution*, Washington 1924.

Ellsworth Huntington: The secret of the big trees, *Harpers Monthly Magazine*, July 1912, London, ss. 292—302.

» : The climatic factor as illustrated in arid America, *Carnegie Institution of Washington*, Publication No. 192, Washington 1914.

— » — : The solar hypothesis of climatic changes, *Bulletin of the Geological Society of America*, Volume 25, No. 4, Washington 1914.

asettaa kasvusarjoissa selvimpinä ja yleisimmin tapaamansa jaksot yhteyteen 11-vuotisen auringonpilkkujakson kanssa. Nämä jaksot käsittävät 5—6, 10—13, 21—24, 32—35 ja 100—105 vuotta eli vastaavasti puolen, täyden, 2-kertaisen, 3-kertaisen ja 3×3-kertaisen auringonpilkkujakson. Hän sanoo sitäpaitsi monesti havainneensa 19-, 14-, 10-, 7- ja n. 2-vuotisen jakson, mutta pitää äsken esitettyä luetteloa todennäköisesti täydellisenä ainakin 20 vuotta pidempiin jaksoihin nähden.[1] HUNTINGTON mainitsee tarkastamiensa kasvusarjojen osoittavan 100- à 200-vuotisen jakson.[2]

7. Puiden kasvun monivuotisten vaihteluiden selvittelemiseen on esillä olevan tutkimuksen tekijä johtunut itsenäisesti, edellä (**3**) selostettua tietä, aikaisemmin toimitettuja tutkimuksia tuntematta. Nyt julkaistussa tutkimuksieni tuloksia esittävässä ensimmäisessä niteessä rajoitun alustavasti tarkastamaan männyn (*Pinus silvestris*) paksuuskasvua erilaisilla kasvupaikoilla eri osista Suomea vuosina 1918—1920 hankkimani aineiston avulla.

[1] Vrt. DOUGLASS, Climatic cycles and tree-growth, ss. 98—99.
[2] Vrt. HUNTINGTON, The climatic factor . . ., s. 135.

TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT.

Alkeisaineiston keräys.

8. Kesällä v. 1918 suoritin Metsätieteellisen Koelaitoksen asistenttina tutkimusretken Oulujärven tienoilla ja Sotkamonreitin varrella Kajaanin kihlakunnassa sijaitseviin kruunun metsiin, tarkoituksella kerätä aineistoa erilaisten soiden metsänkasvun selvittelemiseksi.

Matkallani otin neljä koealaa erilaisilta soilta. Koealat olivat neliön tai suorakaiteen muotoisia, suuruudeltaan 0.20 à 0.25 ha. Näinkin laajojen (kasvipeitteeltään ja metsiköltään) yhtenäisten alojen löytäminen näiltä vesiperäisiltä mailta ei ollut lainkaan helppoa. Sopivia koekohtia haettaessa täytyi kulkea laajat alueet pitkin ja poikin.

Kultakin koealalta kaadettiin kaikki tuoreet puut (kelot mitattiin pystyssä) ja revittiin järjestelmällisesti irti suurin osa taimista, joihin luettiin korkeintaan 1.3 m pitkät puut. Työn lähimpänä tarkoituksena oli nimittäin näiden kovin eri-ikäisten metsiköiden kasvusuhteiden yksityiskohtainen erittely. Samalla oli aikomuksena toimittaa eräiden tilastollisten menetelmien sekä parin tutkimusvälineen soveltuvaisuuden tarkastus.

Koetaimien ottoon ei tässä yhteydessä ole syytä kajota (67). Koepuiden kaadosta ja mittauksesta mainittakoon seuraavaa.

Ilmansuunnan määräämiseksi veistettiin ennen puiden kaatoa kirveellä merkki rungon tyviosaan ja kaadon jälkeen niihin rungon kohtiin, joista kiekko tuli sahattavaksi. Kaatoon ryhdyttäessä revittiin tarpeen vaatiessa kuokilla sammalpeite puun tyven ympäriltä juuren niskan paljastamiseksi, ja tältä kohdalta katkaistiin puu.

Yleensä sahattiin kustakin puusta vain kaksi kiekkoa, toinen juuren niskasta puun ijän määräämiseksi, toinen rinnan korkeudelta puun kehityksen selvittelemiseksi. Kultakin koealalta otettiin kuitenkin eräistä puista myöskin rungon täydellistä erittelyä varten tarpeelliset leikkaukset rungon muistakin osista. Kuhunkin kiekkoon piirrettiin tyvipuolelle ilmansuuntaa näyttävä nuoli, ja latvapuolelle tehtiin puun järjestysnumeroa ja kiekon sahauskohtaa osoittavat merkinnät.

Puiden pituus (ja samaten rinnan korkeus) mitattiin tyvileikkauksesta lähtien. Puut kaulattiin rinnan korkeudelta, suunnissa pohjoinen — etelä ja itä — länsi, tarkoitusta varten tehtyä pintaala-kaulainta käyttäen. Kunkin puun latvuksen muoto merkittiin myös muistiin, ja runkoerittelyjä varten varattujen puiden latvus mitattiin tarkoin.

Kullakin koealalla tehtiin kasvimuistiinpanoja NORRLINin runsausasteikkoa käyttäen.[1] Niin ikään tarkastettiin suon syvyys sekä turpeen ja pohjan laatu. Tutkitut metsiköt valokuvattiin. Lisäksi tehtiin tarpeelliset koekohdan asemaa, suuruutta ja laatua koskevat merkinnät sekä tavanmukainen lyhyt metsikön selitys.

Muistiinpanot merkittiin tarkoitusta varten varattuihin painettuihin lomakkeisiin. Tehdyt muistiinpanot esitetään, mikäli ne tämän tutkimuksen yhteydessä voidaan katsoa tarpeellisiksi, edempänä koealojen yleiskuvauksissa (**19—21**).

9. Kun olosuhteiden pakosta olin estetty käyttämästä kesällä v. 1918 kokoomani tutkimusaineiston alkujaan suunnittelemiini tarkoituksiin, päätin seuraavana keväänä, havaittuani Haapajärven soiden havupuiden paksuuskasvussa jaksoittaisia vaihteluita (**3**), käyttää Oulujärven tienoilta ja Sotkamonreitin varrelta keräämäni aineiston saavuttamieni tuloksien tarkistamiseen.

Työn edistyessä tuntui toivottavalta tutkimuksen laajentaminen maan muitakin osia ja erilaisia kasvupaikkoja koskevaksi. Kun virkatehtäväni kuitenkin olivat esteenä matkoille, lupautuivat eräät metsänhoitomiehet hyväntahtoisesti hankkimaan tarvitsemani lisäaineiston.

Niinpä on professori V. T. AALTONEN kesällä v. 1919 Sodankylästä toimittanut käytettäväkseni huolella kerätyn aineiston. Samana kesänä keräsivät metsäneuvos, filosofian tohtori O. J. LAKARI Kuusamosta ja professori Y. ILVESSALO Pielisjärven seuduilta arvokkaita lisiä kiekkokokoelmaani. Syystalvella samana vuonna sahauttivat metsänhoitajat P. JOKINEN Suojärveltä ja A. EUROPAEUS Lokalahdelta runsaan valikoiman kiekkoja tutkimustani varten. Sitäpaitsi lähetti professori AALTONEN syksyllä v. 1920 Evolta käytettäväkseni aineistoani tärkeissä kohdin täydentäviä kiekkoryhmiä.

10. Aineiston keräämistä varten annoin avustajille yksityiskohtaiset kirjalliset ohjeet.

[1] Vrt. A. K. CAJANDER: Metsänhoidon perusteet, I, Porvoo 1916, s. 362.

Ohjeiden mukaisesti oli tutkimuskohdiksi valittava edustavia, t.s. johonkin yleisimpään kangas- tai suotyyppiin luettavia, pintamuodostukseltaan tasaisia aloja. Tutkittaviksi metsiköiksi oli mikäli mahdollista otettava luonnontilaisia, hakkauksilta ja vahingoilta säilyneitä, vanhanpuoleisia (ainakin 80-vuotisia) puhtaita männiköitä.

Koepuiksi oli tasatiheästä metsikön osasta kaadettava 5 à 10 säännöllisesti kehittynyttä (suorarunkoista), vahingoittumatonta puuta, osaksi valtapuita, osaksi vallittuja. Kustakin koepuusta oli sahattava joko kaksi kiekkoa, toinen juuren niskasta, toinen rinnan korkeudelta, tai vain yksi kiekko tyvipuolesta (tavalliselle kannolle kaadetun rungon alapäästä). Kiekot oli tehtävä $1^1/_2$ à 2 cm:n vahvuisiksi ja kuhunkin määrätylle puolelle merkittävä koepuun ja kiekon järjestysnumero (osittain myös ilmansuuntaa osoittava nuoli). Tyvikiekkojen sahauskohta juuren niskasta lukien oli mitattava, samoin koepuiden pituus ja (yleensä) läpimitta rinnan korkeudella.

Lopuksi oli merkittävä muistiin tutkimuskohdan maantieteellinen asema sekä laadittava lyhyt metsämaan ja metsikön selitys. Myöskin oli ilmoitettava aika, jolloin aineisto oli kerätty.

Eri henkilöille — tai paremmin sanoen, eri aikoina — annetut ohjeet olivat keskenään jonkun verran erilaiset.

Mikäli edempänä esitettävistä avustajien muistiinpanoista saattaa päättää, on aineistoa kerättäessä yleensä tarkoin noudatettu annettuja ohjeita. Näiden seuraaminen ei muuten ammattimiehille ole voinut aiheuttaa minkäänlaisia vaikeuksia, sillä onhan työ ollut laadultaan aivan yksinkertaista. Tästä huolimatta on kuitenkin avustajien keräämään tutkimusaineistoon tietenkin *a priori* täytynyt suhtautua jossakin määrin varovaisesti.

11. Kuten ohjeiden selostuksesta huomaa, oli tarkoituksena sopivan tutkimusaineiston ohella saada kerätyksi tärkeimmät aineiston käyttöä ja tulkintaa varten tarpeelliset muistiinpanot. Mainittava on, että osa tutkimuskohtien ja koepuiden valintaa koskevista neuvoista nimenomaan tähtäsi eräiden tutkimukselle mahdollisesti haitallisten seikkain välttämiseen jo työn alkuasteella. Näistä seikoista otettakoon tässä eräät ohimennen puheiksi.

Kasvupaikan viettosuhteet, puun asento (pysty tai vino) ja rungon muoto (suora tai mutkikas) ovat kaikki seikkoja, jotka ratkaisevasti saattavat vaikuttaa (puun pituussuuntaa vastaan kohtisuoran) leikkauspinnan lustojen säännöllisyyteen, ja siis myöskin leikkauksesta saatavien

mittaussarjojen luotettavuuteen. Näin ollen oli tärkeätä huomauttaa siitä, että tutkimuskohdiksi oli valittava tasaisia aloja ja koepuiksi suorarunkoisia, säännöllisesti kehittyneitä puita.

Erilaiset metsikköön tai metsämaahan kohdistuvat taloudelliset toimenpiteet, kuten hakkaukset tai ojitukset, painavat yleensä selvästi leimansa puiden kehitykseen, joten ne ovat virhelähteitä esillä olevan tapaisissa tutkimuksissa. Tästä johtuen oli tarpeen kerätä aineisto »luonnontilaisista» metsiköistä.

Samaa kuin taloudellisista toimenpiteistä on sanottava monenlaisista vaaroista, joille metsä on alttiina. Muistettava myöskin on, että esim. hyönteis-, sieni-, myrsky- tai palovahingot saattavat tuntuvasti vaikuttaa määrätyn puun kasvuun siinäkin tapauksessa, että tämä puu on vaurioilta säästynyt, vahingon kohdatessa sen naapureita. Oli siis suotavaa saada tutkittavat näytteet mikäli mahdollista vahingoilta säilyneistä metsiköistä.

Tässä luetellut ja eräät muut puiden kehityksen kannalta virhelähteinä varteen otettavat seikat tulevat tuonnempana vielä uudelleen puheiksi.

Alkeisaineistoa koskevat tiedot.

12. Kuten edellisestä selviää, on esillä olevassa tutkimuksessa käytetty aineisto koottu vuosina 1918—1920. Siitä johtuen, että maan eri osia edustavat kiekkoryhmät ovat eri henkilöiden keräämät, ovat tietenkin aineistoja koskevat ulkotöissä tehdyt muistiinpanot laadultaan jossakin määrin erilaiset keskenään.

Tutkimuskohtiin ja koepuihin kohdistuvat alkuperäiset tiedot esitetään tässä muodollisesti jonkun verran yhtenäistytettyinä ja yleensä eräiltä kohdin jälkeenpäin täydennettyinä. Kuitenkin ovat Kajaanin seuduilta kerättyä aineistoa koskevat kasvupaikkojen ja metsiköiden kuvaukset tässä yhdenmukaisuuden vuoksi alkuperäisistään lyhennetyt. Ellei nimenomaan muuta mainita, ovat muistiinpanot kulloinkin aineistoa kerättäessä tutkimuspaikalla tehdyt.

Aineistot kokonaisuudessaan ovat kulloinkin lyhyesti merkityt kerääjän nimen alkukirjaimella (9), eri koekohdat roomalaisilla ja koepuut arabialaisilla numeroilla. Esityksessä noudatetaan samaa järjestystä, jossa aineistot ovat kootut, kuitenkin sikäli siitä poiketen, että viimeksi kerätty A-aineisto Evolta esitetään välittömästi muun, Sodankylästä kootun A-aineiston yhteydessä.

Kutakin aineistoa koskeva esitys jakautuu kolmeen sisällöltään erilaiseen osaan. Ensimmäisessä kuvataan lyhyesti kasvupaikat ja metsiköt, toisessa luetellaan tärkeimmät koepuita koskevat tiedot ja kolmannessa tehdään eräitä esitystä täydentäviä muistutuksia.

13. Tutkimuskohtien kuvaukselle varatussa kohdassa mainitaan koekohdan järjestysnumeron jälkeen kasvupaikan metsätyyppi. — Koekohdan maantieteellistä sijaitsevaisuutta määrittelevässä lauseessa käytetään hoitoalueista uusimman hallinnollisen jaoituksen mukaisia nimityksiä. — Avustajien aineistoja koskevissa muistiinpanoissa mainitut pinta-alat kohdistuvat kulloinkin kyseissä olevaan »vaaraan», »kankaaseen», »rämeeseen» j.n.e. kokonaisuudessaan. Näiden ei suinkaan koko ilmoitetulta

alaltaan tarvitse olla samaa metsä- tai suotyyppiä, vaan on kulloinkin mainittu tyyppi vallalla nimenomaan sillä kohdalla, josta koepuut ovat kaadetut.

Metsikön kuvauksissa osoittaa puulajin nimen jälkeen sulkusiin asetettu %-luku kyseissä olevan lajin osuuden metsikön kuutiomäärästä. Keloista ja kelolatvoista puhuttaessa (B-aineistoa selostettaessa) käytetyt suhdeluvut sitä vastoin kohdistuvat puiden lukumäärään.

Niissä tapauksissa, joissa on ollut tiedossa tutkimuskohdilla aikaisemmin toimitetut hakkaukset tai niillä suoritetut muut metsänhoidolliset toimenpiteet, on tästä huomautettu. Koekohtien metsiköissä sattuneet kulot otetaan tuonnempana toisessa yhteydessä puheiksi (**49**, **50**).

14. Koepuita koskeville tiedoille omistetussa kohdassa mainitaan ensin koepuulle (sisätöissä) annettu numero. Ne koepuut, joiden numerot ovat asetetut sulkusiin, eivät lainkaan esiinny lopullisessa tutkimusaineistossa. Tämä yleensä johtuu siitä, että kyseissä olevat kiekot tutkittaessa ovat havaitut kelvottomiksi ja jätetyt mittaamatta.

D-kirjainta on käytetty osoittamaan (tyvi-) kiekon läpimittaa, merkkiyhdistelmää $D_{1.3}$ nimenomaan rinnankorkeuskiekon läpimittaa. Sekä *D* että $D_{1.3}$ tarkoittaa kaarnallista läpimittaa. — B-aineistolle on (syksyllä v. 1920) määrätty $D_{1.3}$ mittaamalla rinnankorkeuskiekoista kulloinkin kaksi toistaan vastaan kohtisuoraa lävistäjää (suunnissa pohjoinen—etelä ja itä—länsi) ja laskemalla lävistäjien mittalukujen aritmeettinen keskiarvo. Näin saadut arvot ovat tietenkin tässä yhteydessä, kun on kyseissä vain summittainen puiden koon kuvaus, tarkkuudeltaan täysin riittävät. — Niissä avustajien aineistoissa, jotka myöskin käsittävät rinnankorkeuskiekkoja, ovat $D_{1.3}$-arvot (kesällä v. 1924) tarkistetut ja täydennetyt, mittaamalla kiekot. Joissakin tapauksissa on tarkistus johtanut alkuperäisten tietojen korjaamiseen (**24**).

Koepuiden pituus on useimmissa aineistoissa alkujaan mitattu dm:n tarkkuudella. Yleiskatsauksen helpottamiseksi ovat kuitenkin kyseissä olevat luvut luetteloissa kauttaaltaan tasoitetut puoliin (ja täysiin) metreihin. — Koepuiden latvuksen pituus on merkitty yksinomaan A-aineistoa koskeviin luetteloihin.

N-kirjain tarkoittaa kiekoista sisätöiden yhteydessä määrättyä puun ikää (**55**, **57**). Aliviitalla *0* varustettuna kohdistuu merkintä juuren niskasta sahattuun pohjakiekkoon, ilman aliviittaa tyvikiekkoon yleensä. Viimeksi mainitussa tapauksessa osoittaa kannon korkeus kiekon sahauskohdan.

15. Koepuiden asema metsikössä on ilmaistu sanoilla *vallitseva* ja *vallittu*. Milloin ei nimenomaan muuta mainita, on alkuperäisissä muistiinpanoissa viljelty vastaavaa merkitsemistapaa. Puiden asemaa koskevat merkinnät ovat kuitenkin eräiden aineistojen suhteen johdetut jälkeenpäin koepuihin kohdistuvien toisten muistiinpanojen perusteella. Niinpä L-aineistoon kuuluvia koepuita jaoiteltaessa vallitseviin ja vallittuihin on käytetty apuna puun pituutta, läpimittaa rinnan korkeudella ja tyvileikkauksesta luettujen lustojen lukumäärää. Lapista kerättyä A-aineistoa eriteltäessä on sanottujen tunnuksien ohella voitu ottaa huomioon puun latvuksen pituus, ja B-aineistoa käsiteltäessä ovat puun latvuksen muotoa kuvaavat muistiinpanot (8) tuntuvasti helpottaneet ja varmistaneet työtä. Erittely on ymmärrettävästi suoritettu koeala koealalta, kulloinkin huomioon ottaen käytettävissä olevat tiedot kokonaisuudessaan.

Sisätöissä toimitettu puiden jaoitus vallitseviin ja vallittuihin ei tietenkään tuloksiltaan saata olla ehdottomasti tarkka — jos nyt yleensäkään sanotusta jaoituksesta puhuttaessa laatusana tarkka on kohdallaan. Noudatettu kahtiajako on sellaisenaan aivan ylimalkainen ja sen soveltaminen subjektiivisen tulkinnan varassa. Sanoja *vallitseva* ja *vallittu* on tässä kuitenkin käytetty oikeastaan vain jonkinlaisina ryhmänimityksinä osoittamaan samalta koekohdalta kaadettujen puiden kehityksen suhteellista voimakkuutta. Tässä mielessä lienevät nämä merkinnät jälkeenpäin johdettuinakin puolustettavissa.

16. Tyvikiekkojen suuruus, D, on määrätty sisätöiden yhteydessä (kesällä v. 1924) kiekoista kahden toistaan vastaan kohtisuoran mittauksen keskiarvona. Näille tuloksille varatussa sarekkeessa tarkoittaa kysymysmerkki arvon tilalla tapauksia, jolloin kiekko tarkastettaessa on hyljätty ja sittemmin kadonnut; luvun jälkeen sulkusiin asetettu kysymysmerkki sitä vastoin osoittaa, että kiekko tosin on kateissa, mutta D on voitu määrätä mitattujen säteiden perusteella. Vielä on mainittava, että sulkusia D-arvon molemmin puolin on käytetty silloin, kun kyseissä oleva kiekko muodoltaan on erittäin epäsäännöllinen ja D tästä johtuen on ollut vaikea mitata ja sen suuruus jonkun verran tulkinnan varassa.

Kannon korkeus (t.s. tyvikiekon etäisyys maasta) on luetteloissa ilmoitettu vain $^1/_2$ dm:n tarkkuudella; eräiden avustajien käyttämä cm:n tarkkuus tuntuu tässä liioitellulle.

17. B-aineistoa koskevat koepuiden luettelot eroavat laajuuteensa nähden muita aineistoja koskevista vastaavista luetteloista. Avustajien

aineistoja luetteloitaessa on nim. otettu mukaan järjestään kaikki tutkittujen alojen koepuut. B-aineiston luettelo sisältää sitä vastoin vain osan niistä puista, jotka koealoilta kaadettiin ja metsässä mitattiin (67, 68).

B-aineiston eri koealojenkin suhteen on eroavaisuuksia puheina olevassa suhteessa. I, II ja III alan luettelot sisältävät vain ne puut, joiden kiekot tasoituksen tapahduttua (71) tosiaankin ovat yksityiskohtaisesti tutkitut (riippumatta siitä, onko kiekot voitu mitata vai onko ne täytynyt hyljätä), IV alan luettelo sisältää sitäpaitsi ne puut, joiden kiekot ovat tasoitetut, mutta jätetyt yksityiskohdittain tarkastamatta. Viimeksi mainitut puut ovat otetut mukaan sen takia, että niiden kiekoissa eräät säännöttömyydet leikkauksien lustoissa ovat erittäin selvinä havaittavissa (68).

18. Muistutuksien joukossa käsitellyt seikat kohdistuvat osittain aineistoihin kokonaisuudessaan, osittain määrättyihin koekohtiin tai koepuihin.

Aineiston keräysaika mainitaan kulloinkin vain likipitäisenä. Alkuperäisissä muistiinpanoissa on aika useimmiten ilmoitettu päivälleen.

Kustakin koepuusta otettujen kiekkojen lukumäärää, kiekkojen sahaustapaa ja paksuutta sekä eräitä kiekkoihin tehtyjä merkintöjä koskevat huomautukset eivät selityksiä kaivanne. Tässä luvussa aikaisemmin sanotun perusteella lienevät myöskin koepuun rinnankorkeusläpimittaa, pituutta, ikää ja asemaa metsikössä sekä tyvikiekon läpimittaa ja etäisyyttä maasta koskettelevat muistutukset itsestään selvät.

Joissakin poikkeuksellisissa tapauksissa on täytynyt tehdä huomautus jonkun koepuun puulajin tai numeron suhteen. Lopuksi on vielä mainittava, että muistutuksien joukkoon myöskin on sijoitettu eräät alkuperäisen aineiston laajuutta koskevat huomautukset.

B-aineisto Kajaanin seuduilta.

19. *Kasvupaikkojen ja metsiköiden kuvaukset.*

I koekohta. — *Suopursu-vaivaiskoivu-niittyvilla-räme.* — Nevaräme »Alajärven» ja »Sapsojärven» välisen »Tuuterosuon» lounaislaidalla, Sotkamon hoitoalue. — Koealan suuruus on 50 m × 50 m = 0.25 ha. — Maanpinta on tasainen. Maaperä: turvetta 0.9 m, alla hiekka. — Vallitsevana metsänä on aivan harvassa eri-ikäistä, lyhytvartista mäntyä (60 %): ikä 150 v., pituus 7 m, tiheys 0.2. Joitakin mänty-ylispuita. Alimetsänä on harvassa kitukasvuista mäntyä (40 %): ikä 70 v., pituus 3 m, tiheys 0.6. Melkoinen osa (10 %) puista on keloutunut; tuoreista puista

ovat jotkut kelolatvoja. Runsaasti eri-ikäistä männyn taimistoa, joukossa harvakseen kuusen taimia; osa taimista kuivia. Kuutiomäärä ha:lla on 40 m³. Hakkauksia ei ole ollut.

II koekohta. — *Kanerva-räme.* — »Kaksivipusen räme» »Kaksivipusen kankaan» länsipuolella, Kuhmon hoitoalue. — Koealan suuruus on 40 m × 50 m = 0.20 ha. — Maanpinta on tasainen. Maaperä: turvetta 0.8 m, alla hiekka. — Vallitsevana metsänä on harvassa eri-ikäistä, lyhyttä, kitukasvuista mäntyä (70 %): ikä 200 v., pituus 7 m, tiheys 0.4. Mänty-ylispuita. Alimetsänä on verraten tiheässä eripitkää mäntyä (30 %), joukossa jokunen kuusi: ikä 80 v., pituus 3 m, tiheys 0.7. Huomattava osa (20 %) puista on keloja; tuoreista puista ovat monet (5 %) kelolatvoja. Runsaasti eri-ikäistä männyn taimistoa, seassa kuusen taimia; osa taimista on kuivia. Kuutiomäärä ha:lla on 80 m³. Hakkauksia ei ole tapahtunut. (Vrt. I valokuva.)

III koekohta. — *Vaivaiskoivu-ruoho-korpiräme.* — Räme »Kupsujärven lammen» ja »Lammasselän» välissä, Kuhmon hoitoalue. — Koealan suuruus on 25 m × 80 m = 0.20 ha. — Maanpinta on tasainen. Maaperä: turvetta 1.1 m, alla kivensekainen hiekka. — Vallitsevana metsänä on tiheässä eri-ikäistä, lyhyenläntää, tanakkarunkoista mäntyä (100 %): ikä 200 v., pituus 8 m, tiheys 0.8. Alimetsänä on harvassa nuorta mäntyä ja kuusta. Runsaasti (20 %) keloja; tuoreista puista ovat useat (5 %) kelolatvoja. Niukasti eri-ikäistä männyn nuorennosta, seassa joitakin kuusen taimia. Kuutiomäärä ha:lla on 150 m³. Edellisenä talvena on poistettu joitakin puita. (Vrt. II valokuva.)

IV koekohta. — *Mustikka-korpiräme.* — Räme »Isojynneikkö»-kankaan eteläpuolella, Kajaanin hoitoalue. — Koealan suuruus on 40 m × 50 m = 0.20 ha. — Maanpinta on tasainen. Maaperä: turvetta 1.0 m, alla kivensekainen hiekka. — Vallitsevana metsänä on tiheässä verraten tasaikäistä, lyhyttä, kaunisrunkoista mäntyä (90 %): ikä 130 v., pituus 7 m, tiheys 0.3. Joitakin mänty-ylispuita. Alimetsänä on harvassa nuorta koivua (10 %) ja mäntyä: ikä 50 v., pituus 4 m, tiheys 0.2. Keloja; tuoreista puista on osa (5 %) kelolatvoja. Niukasti eri-ikäistä männyn taimistoa, joukossa kuusen taimia. Kuutiomäärä ha:lla on 100 m³. Hakkauksia ei ole suoritettu. (Vrt. III valokuva.)

20. *Koepuita koskevat tiedot.*

Puun n:o.	*Dr.3, cm.*	*Pituus, m.*	*No, v.*	*Asema metsikössä.*
		I koekohta.		
1	11	6.5	158	vallitseva
2	19	10.0	246	» (*)
3	8	6.0	118	vallittu
4	11	8.0	191	vallitseva
5	11	6.5	145	»
6	15	7.5	208	»
7	11	8.0	88	» (*)

Puun n:o.	*Dr.3, cm.*	*Pituus, m.*	*No, v.*	*Asema metsikössä.*
		II koekohta.		
(1)	16	8.0	267 (?)	vallitseva (*)
2	19	7.0	338	» (*)
3	7	6.0	112	»
4	10	6.5	194	»
5	10	7.0	192	»
6	9	(7.0)	98	(vallitseva)
(7)	14	6.5	288 (?)	vallitseva
8	20	8.0	230	»
9	10	5.0	202	vallittu
10	10	6.5	125	vallitseva
11	7	4.5	166	vallittu
12	12	7.5	259	vallitseva
13	16 (?)	8.0	248	»
14	10	6.5	182	»
15	15	(9.5)	266	»
16	10	6.0	210 (?)	» (*)
17	8	5.0	244	vallittu
(18)	18	10.5	406 (?)	vallitseva
19	10	(6.5)	172	(vallitseva)
20	6	4.5	117	vallittu
21	21	(8.0)	326	(vallitseva)
22	14	8.0	202	vallitseva
23	22	(12.5)	258	(vallitseva)
24	7	4.5	142	vallittu
25	8	5.5	186	vallitseva
(26)	12	5.0	323 (?)	vallittu
27	18 (?)	8.0	289	vallitseva
28	8	5.5	205 (?)	vallittu
29	6	4.0	132	»
30	15 (?)	8.0	299	vallitseva
31	13	9.0	277	»
(32)	21	10.0	364 (?)	»
33	12	7.5	276	»
(34)	12	7.0	238 (?)	»
(35)	12	7.5	290 (?)	»
		III koekohta.		
1	18	12.5	176	vallitseva (*)
2	22	10.0	293	» (*)
3	11	8.5	196	» (*)
4	7	6.5	153	vallittu
5	10	7.0	204	»

Puun n:o.	*Drr.3, cm.*	*Pituus, m.*	*No, v.*	*Asema metsikössä.*
6	14	7.5	250	vallitseva (*)
7	10	8.0	138	» (*)
8	15	8.5	273	»
9	15	9.5	191	»
10	19	10.5	152	»
11	14	7.0	186	»
12	23	10.0	260	»
13	10	(6.0)	191	vallittu
14	11	8.5	212	vallitseva
15	24	9.5	312	»
16	17	9.5	239	»
17	7	7.5	164	vallittu
18	13	9.5	153	vallitseva
19	15	9.0	290	»
20	8	6.5	135	vallittu
21	14	(6.0)	237	»
22	12	9.0	198	vallitseva
23	18	8.5	241	»
24	9	6.5	147	vallittu
25	15	11.0	147	vallitseva
26	9	7.5	194	vallittu
27	10	6.5	152	»
28	18	10.5	169	vallitseva
29	12	8.5	146	»
30	14 (?)	9.5	194	»
31	11	8.5	124	»
32	10	8.0	172	»
33	11	9.5	189	»
34	14	10.0	165	»
35	13 (?)	8.5	158	»
36	15	10.5	146	»
37	19 (?)	(7.0)	231	vallittu
38	10 (?)	8.0	141	vallitseva

IV koekohta.

1	12	9.0	131	vallitseva (*)
(2)	14 (?)	9.0	141	» (*)
3	6	6.0	169	vallittu (*)
4	11 (?)	6.0	132	vallitseva
5	7	6.5	135	vallittu
6	8	6.5	156	»
7	9	7.0	144	vallitseva
8	8	7.0	130	vallittu

Puun n:o.	*Dr.3, cm.*	*Pituus, m.*	*No, v.*	*Asema metsikössä.*
9	8	6.5	122	vallittu
10	9	8.0	140	vallitseva (*)
(11)	13	9.0	125	» (*)
12	11	7.5	133	»
13	9	6.0	126	vallittu
14	11	8.5	134	vallitseva
15	10	9.0	126	»
16	7	6.5	125	vallittu
17	11	7.5	131	vallitseva
18	9	7.0	157	»
19	11	8.0	128	»
20	11	8.0	145	»
21	7	6.5	173	vallittu
22	13	9.0	131	vallitseva
23	11	8.0	132	»
24	10	7.0	139	»
25	10	8.5	141	»
26	11	8.0	133	»
27	10	7.5	126	»
(28)	—	—	—	—
29	10	7.5	127	vallitseva
30	11	8.0	140	»
31	13	8.0	134	»
32	25	9.0	294	» (*)
33	10	7.0	123	»
34	9	7.0	122	»
35	10	7.5	152	»
36	10	6.5	122	»
37	13	7.0	139	»
38	9	7.0	127	»
39	11	7.0	165	»
40	11	7.0	124	»
41	13	9.5	120	»
42	13	10.0	116	»
43	10	9.0	128	»
44	11	7.5	128	»
45	9	7.5	136	»
46	11	6.5	130	»
47	10	6.0	147	vallittu
48	8	7.5	130	»
49	9	6.5	127	»
50	9	7.0	125	vallitseva
51	11	7.0	126	»
52	10	7.5	133	»

Puun n:o.	*D1.3, cm.*	*Pituus, m.*	*No, v.*	*Asema metsikössä.*
53	9	6.5	116	vallitseva
54	10	6.5	152	»
55	13	8.5	120	»
56	9	7.0	123	»
57	9	7.0	124	»
58	9	6.5	131	»
59	11 (?)	8.0	122	»
60	8	8.0	122	»
61	11	7.5	115	»
62	11	9.0	132	»
63	10	7.5	139	»
(64)	6	5.0	123	vallittu
(65)	14	7.5	163	vallitseva
(66)	12	8.5	139	»
(67)	11	8.0	140	»
(68)	10	7.5	128	»
(69)	11	8.0	132	»
(70)	9	6.5	165	vallittu
(71)	12	9.0	127	vallitseva
(72)	10	7.5	129	»
(73)	11	6.0	150	vallittu
(74)	10	6.5	?[1]	vallitseva

21. *Muistutuksia.*

Aineisto on kerätty heinäkuun lopulla (I koekohta) ja elokuun alkupuoliskolla (II, III ja IV koekohta) v. 1918.

Kustakin koepuusta on yleensä sahattu kaksi kiekkoa, toinen rinnan korkeudelta, toinen juuren niskasta. Eräissä tapauksissa on puusta otettu myöskin muut rungon täydellistä erittelyä varten tarpeelliset leikkaukset (8). — Kuhunkin kiekkoon on piirretty ilmansuuntaa osoittava pohjoisnuoli. — Kiekot ovat tasaisesti sahatut. Kiekkojen suuruudesta riippuen vaihtelee niiden paksuus rajoissa 1.0—2.0(—2.5) cm.

Koepuiden pituus on alkuperäisissä muistiinpanoissa ilmoitettu dm:n tarkkuutta käyttäen. Puiden pituus on tässä asetettu sulkusiin niissä tapauksissa, joissa huomattava osa puun latvuksesta on kuiva eli joissa siis on kyseissä kelolatva.

D1.3 on määrätty sisätöissä. Arvon jälkeen sulkusiin pantu kysymysmerkki osoittaa, että halkaisijaa ei ole voitu määrätä suorastaan mittaamalla kiekko, syystä että tämä tällöin on ollut kateissa. Tällaisissa tapauksissa on halkaisija arvioitu joko aikaisemmin mitattujen säteiden perus-

[1] Koepuun pohjakiekon keskus on laho.

teella tai — ellei näitä mittoja ole ollut käytettävissä — määrätty alkuperäisistä muistiinpanoista rinnankorkeus-alan mukaan (**8**).

Koepuun asemaa metsikössä tarkoittava merkintä on tehty sisätöiden yhteydessä (**15**). Sulkusia sanan »vallitseva» molemmin puolin on viljelty kelolatvoille, jotka mitoistaan päättäen todennäköisesti ovat kuuluneet metsikön valtapuihin, vaikkakin niiden latvus on kovin pitkälle kuiva. Sulkusiin pantu tähti (*) samassa sarekkeessa osoittaa puut, joiden suhteen metsässä on tehty tarkemmat muistiinpanot kuin muista koepuista (**8**).

IV koekohdan koepuiden joukosta puuttuu kokonaan n:o 28; tämä n:o tuli koepuita uudelleen numeroitaessa erehdyksestä merkityksi n:on 33 mittauspaperiin. — Saman koekohdan 11 viimeistä koepuuta, n:ot 64—74, muodostavat siinä suhteessa erikoisen yhtenäisen ryhmän, että näiden puiden kiekot ovat tutkimista varten tasoitetut, mutta jätetyt yksityiskohtaisesti tarkastamatta (ja mittaamatta) rinnan korkeudelta otettujen kiekkojen säännöttömyyden tai vian takia (**68**).

A-aineisto Sodankylästä.

22. *Kasvupaikkojen ja metsiköiden kuvaukset.*

I koekohta. — *Jäkälä-kangas.* — »Kaunisvaara», Luiron hoitoalue. — Maa on tasaista. — Metsä on puhdasta, n. 200-vuotista männikköä, yleensä tiheänpuoleista ja kitukasvuista; puut ovat hyvin naavaisia. Paikoin on pienehköjä aukkoja, joissa kasvaa n. 50-vuotista, osittain erittäin taajaa männikköä. Pientä, yleensä kituvan näköistä taimistoa on jonkun verran.

II koekohta. — *Puolukka-kangas.* — »Pitkän palot», Ylikemin hoitoalue. — Maaperä on hienoa, kivetöntä, heikosti huuhtoutunutta hiekkaa. Kangasturpeen paksuus on 2 -3 cm. — Metsä on harvinaisen komeata, n. 160-vuotista männikköä. N. 30—40 v. sitten on kaadettu joitakin isoja puita.

III koekohta. — *Puolukka-kangas.* — »Mairivaara», Ylikemin hoitoalue. — Maa on n. 7 km pitkä, paikoin melko korkea selkä. — Maaperä on sangen kivistä, vahvasti huuhtoutunutta. Kangasturvetta on 2—4 cm, valkosta hiekkaa 6—10 cm. — Koealalla kasvaa kohtalaisen tiheää, n. 220-vuotista, pitkää männikköä. Hakkauksia ei ole ollut.

IV koekohta. — *Variksenmarja-kangas.* — »Tuulusvaara», Kitisen hoitoalue. — Korkeahko, kiviperäinen maa. — Kasvaa n. 290-vuotista, suhteellisen tiheää ja vartevaa männikköä, seassa vähän 50- sekä 170-vuotisia ikäluokkia. (Maa on seudulla tunnettu hyvästä tukkimetsästään.) Männyn taimistoa esiintyy yleensä niukanlaisesti.

V koekohta. — *Isovarpuinen, suopursu-juolukka-räme.* — »Tinakaltion jänkä», Kitisen hoitoalue. — Kasvaa harvassa kituvaa, vähäläntäistä, eri-ikäistä männikköä. Isoista puista on tuntuva osa lahovikaisia.

23. *Koepuita koskevat tiedot.*

Puun n:o.	*D1.3, cm.*	*Pituus, m.*	*Latvus, m.*	*No, v.*	*Asema metsikössä.*
		I koekohta.			
1	18	14.0	6	93	vallitseva
2	20	15.5	8	150	»
3	26	18.0	10	159	»
4	13	12.5	3	61	vallittu
(5)	8	6.5	5	—	»
		II koekohta.			
1	20	17.5	8	148	vallitseva
2	30	20.0	12	143	»
3	24	20.5	9	148	»
4	18	18.0	6	145	vallittu
5	14	13.0	5	141	»
6	21	18.0	7	150	vallitseva
		III koekohta.			
(1)	22	20.5	5	217	vallitseva
2	30	23.0	13	215	»
3	25	19.5	7	215	»
(4)	18	15.5	5	217	vallittu
(5)	14	13.5	4	202	»
6	17[1]	14.5	3	219	»
		IV koekohta.			
1	23	15.0	10	196	vallitseva
2	18	14.0	7	194	vallittu
3	21	20.5	13	187	vallitseva
4	28	17.0	11	?[2]	»
5	17	13.5	6	183	vallittu
(6)	31	19.0	10	280+[3]	vallitseva
		V koekohta.			
1	19	10.0	3	178	vallitseva
(2)	24	10.0	4	—	»
3	14	8.5	4	136	vallittu
4	12	7.5	4	185	»
5	17	11.5	5	254	vallitseva
6	23	10.0	6	260	»

[1] Mitatun pohjakiekon $D = 25$ cm.
[2] Koepuun pohjakiekko puuttuu.
[3] Koepuun pohjakiekon keskus on laho.

24. *Muistutuksia.*

Aineisto I koekohdalta on kerätty elokuun alussa, II ja III koekohdalta elokuun puolivälissä sekä IV ja V koekohdalta syyskuun puolivälissä v. 1919.

Kustakin koepuusta on sahattu kaksi kiekkoa, toinen rinnan korkeudelta, toinen juuren niskasta. — Kuhunkin kiekkoon on muiden merkintöjen ohella piirretty pohjoisnuoli. — Kiekot ovat tasaisesti sahatut, rinnan korkeudelta 0.5—1.0 cm:n, juuren niskasta (0.5 –)1.0—2.0 cm:n paksuisiksi.

$D_{1.3}$ on IV ja V koekohdan puille määrätty kiekoista sisätöissä; I koekohdan kiekkojen mittaus on aiheuttanut eräitä alkuperäisten muistiinpanojen korjauksia.

Koepuiden asema metsikössä on määrätty sisätöiden yhteydessä (**15**).

A-aineisto Evolta.

25. *Kasvupaikan ja metsikön kuvaus.*

VI koekohta. — *Käenkaali-kangas.* — »Riikkulan maa», Vesijaon kruununpuisto, Evon hoitoalue; n. 30 ha. — Korkeahko mäennyppylä. Maaperä on murtosoraa. — Hiukan kuusen ja koivun sekainen männikkö. Metsikön keskipituus on 24 m, tiheys (0.8—) 0.9. (Hoitoalueen parhaita metsiköitä.) Kuutiomäärä ha:lla on likemmä 400 m^3. Metsikkö on suurimman osan ikäänsä (80—90 v.) kasvanut luonnontilassa; viime vuosina (enimmän 10—15 v. sitten) on poistettu koivuja.

26. *Koepuita koskevat tiedot.*

Puun n:o.	$D_{1.3}$, *cm.*	*Pituus, m.*	*Latvus, m.*	*No, v.*	*Asema metsikössä.*
		VI koekohta.			
1	25	24.0	7	118	vallittu
2	22	26.5	9	121	»
3	28	31.5	9	115	vallitseva
4	27	29.0	9	118	vallittu
5	31	30.5	10	117	vallitseva
6	28	27.5	10	119	»
7	24	24.0	5	118	vallittu
8	26	26.0	6	118	vallitseva

27. *Muistutuksia.*

Aineisto on kerätty lokakuun puolivälissä v. 1920.

Kustakin puusta on sahattu kiekko sekä rinnan korkeudelta että juuren niskasta. — Kiekot ovat tasaisesti sahatut, 1.0—2.0 cm paksuja, ja varustetut pohjoisnuolella.

Evon hoitoalueesta kerätty tutkimusaineisto edusti alkujaan kolmea koekohtaa, mutta saatiin siitä mitatuksi vain tässä esitetyn koekohdan aineisto (69).

L-aineisto Kuusamosta.

28. *Kasvupaikkojen ja metsiköiden kuvaukset.*

I koekohta. — *Kanerva-suopursu-räme.* — »Kotasuo», Kitkan hoitoalue; laaja suo. (— Aineisto on kerätty suon laiteelta.)

II koekohta. — *Variksenmarja-mustikka-kangas.* - »Nimettömän kangas», Kitkan hoitoalue; vähintään 100 ha. — Maanpinta on tasainen.

29. *Koepuita koskevat tiedot.*

Puun n:o.	*Dr.3, cm.*	*Pituus, m.*	*N, v.*	*Asema metsikössä.*	*Kanto, cm.*
		I koekohta.			
(1)	26	12.0	—	vallitseva	?
2	17	9.0	214	vallittu	30
3	26	12.5	437	vallitseva	30
4	15	10.0	194	vallittu	?
(5)	20	11.5	—	vallitseva	25
6	23	13.5	263	»	30 (?)
		II koekohta.			
1	29	22.0	225	vallitseva	?

30. *Muistutuksia.*

Aineisto on kerätty heinäkuussa v. 1919.

Kustakin koepuusta on otettu kiekko sekä rinnan korkeudelta että tyvestä. — Kiekot ovat tasaisesti sahatut, 1.0—1.5(—2.0) cm paksut, ja varustetut pohjoisnuolella.

Alkuperäisissä muistiinpanoissa on koepuun $D_{1.3}$ ilmoitettu mm:n ja pituus dm:n tarkkuudella. — Puun asema metsikössä on määrätty sisätöissä (15).

Tyvikiekon etäisyys maasta (t.s. kannon korkeus) on yleensä merkitty kiekkoon. Tyvikiekossa I. 6 tämä merkintä on epäselvä ja tyvikiekosta II.1 merkintä puuttuu. Koepuiden I.1 ja I.4 tyvikiekot ovat kateissa.

I-aineisto Pielisjärven seuduilta.

31. *Kasvupaikkojen ja metsiköiden kuvaukset.*

I koekohta. — *Isovarpuinen* (osittain rahkainen) *räme.* —»Vatasuo», Uimaharjun kruununpuisto, Koitereen hoitoalue. — Maanpinta on tasainen. — Etelämpänä on kaivettu muutamia ojia.

II koekohta. — *Puolukka-kangas.* — Uimaharjun kruununpuisto, Koitereen hoitoalue. — Harju. — Metsikkö on tasainen männikkö; tiheys 0.8. Kuutiomäärä ha:lla on 250 m³.

III koekohta. — *Isovarpuinen* (kangasrämeen luontoinen, osittain kanerva-rahka-) *räme.* — Uimaharjun kruununpuisto, Koitereen hoitoalue. — Maanpinta on tasainen. — Kasvaa kankaan lähellä mäntyä (keskeltä aukea suo).

32. *Koepuita koskevat tiedot.*

Puun n:o.	*Pituus, m.*	*N, v.*	*Asema metsikössä.*	*D, cm.*	*Kanto, cm.*
		I koekohta.			
1	10.0	215	vallitseva	23	30
(2)	7.0	—	vallittu	12	20
3	10.0	175	vallitseva	17 (?)	30
4	10.5	181	»	25	40
(5)	9.0	—	»	15	30
6	9.0	151	»	16	40
(7)	8.0	—	vallittu	13	30
		II koekohta.			
1	17.0	99	vallittu	19 (?)	30
2	23.0	103	vallitseva	29	30
3	23.5	95	»	32	40
4	18.0	90	vallittu	15	30
5	16.5	91	»	15	20
6	20.0	91	»	23	30
		III koekohta.			
1	12.0	194	vallitseva	21 (?)	40
(2)	14.0	—	»	?	40
(3)	13.0	187 (?)	»	?	40
(4)	6.0	—	vallittu	?	20
(5)	6.0	—	»	11	20

33. *Muistutuksia.*

Aineisto I ja II koekohdalta on kerätty heinäkuussa, aineisto III koekohdalta lokakuussa v. 1919.

Kustakin koepuusta on otettu yksi kiekko, puun tyvestä. — Kiekot ovat yleensä tasaisesti sahatut, paksuudeltaan 1.5—2.0 cm.

Koepuun asemaa metsikössä osoittamaan on alkuperäisissä muistiinpanoissa käytetty merkintöjä »valtapuu», »vapaasti kasvanut», »jokseenkin vapaasti kasvanut», »hieman ahdistettu», »varjossa kasvanut» ja »varjopuu». Nämä sanonnat ovat tässä tulkitut siten, että kahden ensiksi mainitun sijasta on käytetty nimitystä »vallitseva», toisten sijasta sanaa »vallittu».

Aineistoon kuului alkujaan vielä neljäs koeala, jota edusti 5 koepuuta käsittävä ryhmä. Nämä kiekot olivat ilmeisesti sahatut vanhojen kantojen (tai aikaisemmin kaadettujen puiden) päistä; kun hakkausvuotta ei muistiinpanoissa ole mainittu, on ryhmä kokonaisuudessaan täytynyt hylätä.

J-aineisto Suojärveltä.

34. *Kasvupaikkojen ja metsiköiden kuvaukset.*

I koekohta. — *Mustikka-(puolukka-)kangas.* — »Kuren kangas», Suojärven eteläinen hoitoalue; n. 60 ha. — Maanpinta on tasainen. Multaa on 1 cm, alla hiekka. — Vallitsevan metsän muodostaa varteva mänty (90 %): ikä 100 v., pituus 22 m, tiheys 0.6. Alimetsänä on eri-ikäistä koivua (5 %) ja kuusta (5 %) sekä joitakin haapoja: ikä 30 v., pituus 10 m, tiheys 0.5. Epätasaisesti kuusen taimistoa. Kuutiomäärä ha:lla on 220 m^3.

II koekohta. — *Mustikka-kangas.* — »Käslän kangas», Suojärven eteläinen hoitoalue; n. 30 ha (josta Annantehtaan maata n. 1 ha). — Maa on matalan harjumainen. Multaa on 2 cm, alla sora. - Vallitsevana metsänä on vartevaa, solakkaa mäntyä (90 %), seassa vähän kuusta (5 %): ikä 160 v., pituus 22 m, tiheys 0.6—0.7. Alimetsänä on eri-ikäistä kuusta (5 %), seassa joku koivu ja mänty: ikä 25 v., pituus 4 m, tiheys 0.9. Kuutiomäärä ha:lla on 230 m^3.

III koekohta. — *Suopursu-räme.* — »Paperon räme», Suojärven eteläinen hoitoalue; n. 20 ha. — Turvetta on 0.8 m, alla sora. — Metsikössä on vallitsevana hidaskasvuinen mänty (100 %): ikä 170 v., pituus 16 m, tiheys 0.7. Alimetsänä on hieman kuusta ja koivua. Vähän männyn nuorennosta. Kuutiomäärä ha:lla on 70 m^3.

IV koekohta. — *Puolukka-kangas.* — »Sadan kangas», Suojärven pohjoinen hoitoalue; n. 80 ha. — Maanpinta on tasainen; paikoin soistunut. Multaa on 0.5 cm, alla sora. — Vallitsevan metsän muodostaa mänty (90 %), seassa kuusta (10 %): ikä 280 v., pituus 20 m, tiheys 0.6. Kuutiomäärä ha:lla on 150 m^3.

V koekohta. — *Suopursu-kanerva-räme.* — »Saarensuon räme», Suojärven pohjoinen hoitoalue; n. 3 ha (useita kymmeniä hehtaareja käsittävän suon eräs lahdelma). — Turvetta on 1.0 m, alla sora. — Metsikössä on vallitsevana kituva mänty (100 %): ikä 300 v., pituus 12 m, tiheys 0.6. Vähän männyn nuorennosta. Kuutiomäärä ha:lla on 50 m³.

VI koekohta. — *Kanerva-(puolukka-)kangas.* — »Talkkunaniemen kangas», Suojärven pohjoinen hoitoalue; n. 120 ha. — Multaa on 0.4 cm, alla sora ja kallio. — Vallitsevan metsän muodostaa mänty (100 %): ikä 230 v., pituus 15 m, tiheys 0.6. Kuutiomäärä ha:lla on 120 m³.

35. *Koepuita koskevat tiedot.*

Puun n:o.	*Pituus, m.*	*N, v.*	*Asema metsikössä.*	*D, cm.*	*Kanto, cm.*
		I koekohta.			
1	22.0	96	vallitseva	30	20
2	22.0	95	»	35	30
3	21.0	94	»	34	25
4	23.0	95	»	32	25
5	22.5	93	»	37	25
6	16.5	95	vallittu	25	25
		II koekohta.			
1	22.0	144	vallitseva	36	25
2	26.0	145	»	37	25
3	23.5	145	»	32	20
4	23.5	145	»	47	20
(5)	21.5	—	»	?	25
6	20.0	148	vallittu	27	20
		III koekohta.			
1	14.5	150	vallitseva	29	20
2	15.0	155	»	29	20
3	14.5	158	»	33 (?)	20
4	16.0	158	»	28	20
5	17.5	153	»	35 (?)	15
(6)	12.5	—	vallittu	25	20
		IV koekohta.			
1	21.0	274	vallitseva	43	30
2	23.0	275	»	42 (?)	25
3	22.5	274	»	36 (?)	45
4	21.5	274	»	37 (?)	25
5	16.0	274	vallittu	26	25

Puun n:o.	*Pituus, m.*	*N, v.*	*Asema metsikössä.*	*D, cm.*	*Kanto, cm.*
		V koekohta.			
1	12.5	211	vallitseva	28	20
2	11.0	264	»	28	30
3	13.0	251	»	28	30
4	10.5	192	»	22	25
(5)	10.0	—	vallittu	13	20
		VI koekohta.			
1	18.0	217	vallitseva	33	40
2	16.5	215	»	39 (?)	45
3	13.5	215	»	36 (?)	50
4	16.0	203	»	30	35
(5)	12.0	—	vallittu	29	35

36. *Muistutuksia.*

Aineisto on kerätty marraskuun loppupuolella v. 1919.

Kustakin koepuusta on sahattu yksi kiekko, puun tyvestä. — Kiekot ovat yleensä tasaisesti sahatut, kiekon suuruudesta riippuen ta vallisimmin 2.0—4.0 cm paksut.

Alkuperäisissä muistiinpanoissa on osittain puun pituus osoitettu dm:n ja kiekon sahauskohdan etäisyys maasta (t.s. kannon korkeus) cm:n tarkkuudella. — IV koekohdan 2., 3. ja 4. koepuun kannon korkeutta näyttävät luvut ovat mahdollisesti vaihtuneet; leikkauksen muodosta päättäen on nimenomaan 3. koepuun kiekko sahattu kovin alhaalta.

E-aineisto Lokalahdelta.

37. *Kasvupaikkojen ja metsiköiden kuvaukset.*

I koekohta. — *Kallioperäinen kangas.* — Tirkkalan sotilasvirkatalo, Turunmaan hoitoalue. — Kasvaa harvahkoa, lyhyehköä, lakkapäiseksi muodostuvaa mäntyä.

II koekohta. — *Räme.* — Tirkkalan sotilasvirkatalo, Turunmaan hoitoalue. — Kasvaa harvaa, yli-ikäistä mäntyä; mänty-alikasvua.

III koekohta. — *Mustikka-kangas.* — Tirkkalan sotilasvirkatalo, Turunmaan hoitoalue. — Kasvaa kaunisrunkoista, jonkun verran eri-ikäistä kuusta, joukossa jokunen varteva mänty.

IV koekohta. — *Kanerva-kangas.* — Tirkkalan sotilasvirkatalo, Turunmaan hoitoalue. — Kasvaa harvaa, yli-ikäistä mäntyä.

V koekohta. — *Puolukka-kangas.* — Tirkkalan sotilasvirkatalo, Turunmaan hoitoalue. — Kasvaa täysitiheää, vartevaa mäntyä, seassa jokunen syrjäytetty kuusi.

38. *Koepuita koskevat tiedot.*

Puun n:o.	*Pituus, m.*	*N, v.*	*Asema metsikössä.*	*D, cm.*	*Kanto, cm.*
		I koekohta.			
1	13.0	190	vallitseva	32	20
2	11.0	189	»	28	15
(3)	11.5	—	»	35	20
4	11.0	346	»	31	25
5	13.0	206	»	35	15
6	10.5	181	»	30	15
		II koekohta.			
1	11.5	267	vallitseva	30	20
2	12.0	366	»	38	15
(3)	12.5	—	»	(41)	25
4	11.5	341	»	36	20
(5)	10.0	—	»	37	20
6	13.0	216	»	35	20
		III koekohta.			
1	23.5	191	vallitseva	52	30
2	23.0	110	»	44	20
(3)	20.5	—	»	43	20
4	24.0	105	»	44	30
5	21.5	130	»	37	25
6	24.5	127	»	50	30
		IV koekohta.			
(1)	16.5	—	vallitseva	38	25
(2)	13.0	—	»	(41)	20
(3)	15.0	—	»	33	20
(4)	15.0	—	»	38	20
5	14.0	195	»	33	15
(6)	15.0	—	»	(42)	10
		V koekohta.			
1	19.0	142	vallitseva	43	20
2	18.0	135	vallittu	30	10
(3)	21.0	—	vallitseva	42	20
(4)	20.5	—	»	(38)	30
(5)	21.0	—	»	36	30
6	20.0	136	»	35	65[1]

[1] Koepuuta on lohkeaman vuoksi tyvetty 50 cm.

39. *Muistutuksia.*

Aineisto on kerätty joulukuussa v. 1919.

Kustakin koepuusta on otettu yksi kiekko, puun tyvestä. — Kiekot ovat epätasaisesti sahatut, suuruudestaan riippuen yleensä 3.0—6.0 cm:n paksuisia.

III koekohdan koepuista ovat vain n:ot 2 ja 3 mäntyjä, toiset kaikki kuusia.

Kahteen IV koekohdan kiekkoon (n:ot 4 ja 5) oli ulkotöissä merkitty sama numero; näistä kiekoista on pienemmälle — todennäköisesti lyhyempään puuhun kuuluvana — annettu n:o 5.

Alkuperäisissä muistiinpanoissa oli puun pituus ilmoitettu dm:n ja kannon korkeus cm:n tarkkuudella.

Koepuun aseman suhteen metsikössä huomautetaan muistiinpanoissa, että puut ovat »vapaasti kehittyneitä» tai »valtapuita» lukuun ottamatta koepuuta V.2, joka on »jonkun verran syrjäytetty».

Tutkimuskohdat ja koepuut.

40. Esillä oleva luku liittyy tekstinä edelliseen. Tässä luodaan nim. katsaus eri aineistoihin kohdistuviin tärkeimpiin tietoihin. Tällöin tarkastellaan ensin tutkimuskohtia, sitten koepuita koskevia muistiinpanoja.

Tutkimuskohdista puhuttaessa käsitellään samanaikaisesti tutkimusaineisto kokonaisuudessaan, siis sekä oma aineisto että avustajien keräämät aineistot. Huomio kohdistetaan tällöin ensin kasvupaikkoihin, sitten metsikköihin yleensä. Tämän jälkeen selostetaan koekohdilla aikaisemmin suoritetut metsätaloudelliset toimenpiteet, ja lopuksi mainitaan tutkittuja metsiköitä tiettävästi kohdanneet vahingot. Viimeksi mainittuja (etupäässä metsäpaloja) koskevat alkeistiedot ovat sisätöiden tuloksina tosin luetteloidut vasta edempänä toisessa yhteydessä. Kuitenkin on niiden ylimalkainen maininta tuntunut soveliaalle, lähinnä sen takia, että koekohdilla sattuneet kulot tässä ovat niillä suoritettuihin metsätaloudellisiin toimenpiteisiin suorastaan rinnastettavat (**11**).

Koepuita koskevia tietoja selviteltäessä on — aineistojen keräystapaan, runsauteen ja laatuun nähden ilmeneviä eroavaisuuksia silmällä pitäen — tuntunut sopivimmalle käsitellä kulloinkin erikseen toisaalti B-aineisto, toisaalti muut aineistot. Tällöin on tarkastettu ensin tutkittujen puiden lukumäärää, sitten mitattujen puiden ikää, pituutta ja asemaa metsikössä, ja B-aineiston suhteen myöskin viimeksi mainittujen läpimittaa rinnan korkeudella.

Kulloinkin tarkastettujen tapauksien suhteellisen vähäiseen lukumäärään ja arvojen yleensä melkoiseen hajautumiseen (dispersioon) nähden on tuntunut oikeimmalle esityksessä etupäässä viljellä jakautumissarjoja, ääriarvoja ja vaihteluvälejä, jotka tässä epäilemättä useimmiten paremmin kuin esim. keskiarvot kuvaavat kyseissä olevia lukuryhmiä.

Kasvupaikat.

41. B-aineiston koealat ovat kaikki otetut soilta. Kunkin avustajan aineisto on sitä vastoin osaksi koottu kuivilta, osaksi vesiperäisiltä kasvu-

paikoilta. Koekohtien jakautuminen kangas- ja suoaloihin selviää alla olevasta yhdistelmästä.

Aineisto	B	A	L	I	J	E	Yhteensä
Koekohtia kankailta	—	5	1	1	4	4	15
» soilta	4	1	1	2	2	1	11

Useimmissa avustajien aineistoissa ovat kankailta otetut koekohdat enemmistönä. Suoaloja on näissä aineistoissa vain yksi tai kaksi kussakin. Avustajien aineistoissa on yhteensä 22 koekohtaa, ja näistä on n. $^2/_3$ kankailta ja n. $^1/_3$ soilta. Silmällä pitäen koko tutkimusaineistoa, joka käsittää kaikkiaan 26 koekohtaa, ovat osuudet vastaavasti n. $^3/_5$ ja $^2/_5$.

42. Edelliseen läheisesti liittyvänä seikkana tarkastettakoon tässä mitattujen koepuiden jakautumista kasvupaikkansa laadun perusteella. Näitä suhteita eri aineistoissa selvittelee seuraava yhdistelmä.

Aineisto	B	A	L	I	J	E	Yhteensä
Koepuita kankailta	—	26	1	6	20	14	67
» soilta	133	5	4	5	9	4	160

Kankailta ja soilta kaadettujen koepuiden lukumäärät suhtautuvat toisiinsa A-aineistossa kuten 5: 1, E-aineistossa kuten 3: 1 ja J-aineistossa kuten 2: 1. I-aineistossa on koepuita kankailta ja soilta jokseenkin saman verran, L-aineistossa parhaastaan vain viimeksi mainittuja.

Avustajien aineistot käsittävät yhteensä 94 mitattua koepuuta, joista $^7/_{10}$ on kankailta ja $^3/_{10}$ soilta. Tutkimusaineistoon kokonaisuudessaan kuuluu 227 mitattua koepuuta, ja on siinä äskeinen suhde aivan päinvastainen: koepuista edustaa $^3/_{10}$ kuivia ja $^7/_{10}$ vesiperäisiä kasvupaikkoja.

43. Kasvupaikkojen maantieteellisen aseman näyttää karttaliite. B-aineiston tutkimuskohdista on I koeala nevarämeeltä, edustaen suopursu-vaivaiskoivu-niittyvilla-tyyppiä. II, III ja IV koeala ovat erilaisilta varsinaisilta rämeiltä. Ensiksi mainittu on kanerva-räme, seuraava vaivaiskoivu-ruoho-korpiräme ja viimeksi mainittu mustikka-korpiräme. Aineiston I ja II ala kuuluvat tutkimusseudun kehnokasvuisiin, III ja IV ala verraten hyväkasvuisiin rämeisiin (**19**). — Kuten aineiston keräystä selostavassa luvussa on mainittu, on kunkin koekohdan yhtenäisyyteen (homogenisuuteen) sekä kasvupaikkaa että metsikköä silmällä pitäen kiinnitetty aivan erikoista huomiota (**8**).

A-aineiston Lapista otetuista koealoista edustavat II, III ja IV ala näiden seutujen paraskasvuisia metsämaita. Kaksi ensiksi mainittua koekohtaa ovat puolukka-kankailta[1], viimeksi mainittu koekohta variksenmarja-kankaalta[2]. I koealaa on sijoitettu kasvukyvyltään edellisiä heikommalle metsämaalle, nim. jäkälä-kankaalle[3], ja V koekohta varsinaisessa mielessä kehnokasvuiselle maalle, nim. isovarpuiselle, suopursu-juolukka-rämeelle. — Evolla tutkittu käenkaali-kangas, koekohta A.VI, lukeutuu Etelä-Suomen parhaimpiin metsämaihin. — Tässä yhteydessä sopinee ohimennen mainita, että A-aineiston kerääjä on suorittanut I, II, III ja IV koealalla perusteellisia tutkimuksia, joiden tuloksia esittävistä julkaisuista (joihin äsken juuri viitattiin) on saatavissa erittäin tarkat tiedot näistä aloista.

L-aineiston II koekohta edustaa erästä Pohjois-Suomelle ominaista, kasvukykynsä puolesta tutkimusseudun parhaimpiin luettavaa metsämaata, nim. variksenmarja-mustikka-tyypin kangasta[4]. Vesiperäisellä maalla sijaitsevasta I koekohdasta on muistiinpanoissa käytetty nimitystä »kanerva-suopursu-räme». Koepuiden mitoista päättäen on kasvupaikka verraten edullinen, jokseenkin koepuuryhmän A.V kasvupaikkaa vastaava (44). Näin ollen on käytetyssä tyyppinimityksessä pääpaino pantava jälkimmäiselle tunnuskasville ja koekohta siis luettava isovarpuisiin rämeisiin.

I-aineiston kankaalta otettu II koekohta edustaa, puolukka-tyyppiin kuuluvana, Etelä-Suomen keskinkertaisia metsämaita. Aineiston suoalat, I ja III koekohta, ovat määritellyt nimityksin »isovarpuinen (osittain rahkainen) räme» ja »isovarpuinen, kangasrämeen luontoinen (osittain kanerva-rahka-) räme». Näistä nimityksistä päättäen ovat koekohdat otetut nevarämeiltä ja nimenomaan isovarpuisen rämeen ja rahkanevan välimuodolta. Kumpikin koekohta edustaa metsänkasvukyvyltään verraten kehnoja suomaita. Valtapuiden isomman pituuden III alalla I alaan verraten (44) selittää edellisen suotyypin nimitykseen liitetty

[1] Vrt. V. T. AALTONEN: Über die Ausbreitung und den Reichtum der Baumwurzeln in den Heidewäldern Lapplands, *Acta Forestalia Fennica* 14, Helsinki 1920, s. 33, n:ot LV ja LVII.

[2] Vrt. V. T. AALTONEN: Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa, I, *Metsätieteellisen Koelaitoksen Julkaisuja* 1, Helsinki 1919, s. 104, koeala XIII.

[3] Vrt. V. T. AALTONEN: Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta . . . ., s. 107, koeala XXXVII.

[4] Metsätyypin suhteen vrt. O. J. LAKARI: Tutkimuksia kuusen ja männyn kasvusuhteista Pohjois-Suomen paksusammaltyypillä, *Metsätieteellisen Koelaitoksen Julkaisuja* 2, Helsinki 1920.

huomautus »kangasrämeen luontoinen», mikä ilmeisesti tarkoittaa, että kyseissä olevan suon syvyys on suhteellisen vähäinen.

J-aineiston koekohdista ovat I ja II sijoitetut mustikka-, IV puolukka- ja VI kanerva- (puolukka-) kankaalle. Kaksi ensiksi mainittua koekohtaa edustaa näin ollen Etelä-Suomen hyväkasvuisia, seuraava keskinkertaisia ja viimeksi mainittu kehnonpuoleisia metsämaita. Aineiston molemmat suoalat, III ja V koekohta, ovat täsmällisesti määritellyt nimityksin »suopursu-räme» ja »suopursu-kanerva-räme». Kummatkin kasvupaikat kuuluvat varsinaisiin rämeisiin. Ensiksi mainittu on metsänkasvulle varsin edullinen, viimeksi mainittu tuntuvasti epäedullisempi (44). V koekohdan nimityksessä on siis pääpaino »kanerva»-sanalla.

E-aineistossa edustavat III, V ja IV koekohta Etelä-Suomen yleisimpiä metsämaita, nim. vastaavasti mustikka-, puolukka- ja kanerva-kankaita. I koekohta on otettu kasvukyvyltään heikolta kallioperäiseltä kankaalta. Rämeeltä valitun II koekohdan laatua ei muistiinpanoissa ole lähemmin selostettu. Kaadettujen koepuiden pituudesta päättäen kuuluu koekohta Etelä-Suomen keskinkertaisiin rämeisiin, vastaten kasvuarvoltaan jokseenkin kohtaa J.V. Kantoleikkauksien läpimitoista tosin havaitaan, että alan E.II puut ovat olleet keskimäärin paksumpia kuin alan J.V, mutta tämä erotus saattaa hyvinkin johtua siitä, että edellisen alan puut ovat puolisen vuosisataa vanhemmat kuin jälkimmäisen (44).

Metsiköt.

44. Kahdessa seuraavassa yhdistelmässä rinnastetaan eräät koekohtien metsiköitä koskevat numeeriset tiedot, jotka ovat johdetut koepuissa suoritettujen mittauksien tuloksista. Niille koekohdille, joille on tiedossa metsikön kuutiomäärä ha:lla, on tämäkin luku pantu näkyviin.

Samalla kun nämä yhdistelmät tärkeiltä kohdin täydentävät alkuperäisiä yksityisiä metsikön kuvauksia, antavat ne keskitetyn yleiskuvan tutkituista metsiköistä kokonaisuudessaan. Tässä suoritettava vertailu luo myöskin lisävalaistusta kasvupaikkojen laatua selvitteleviin merkintöihin.

Selvyyden vuoksi ja vertailujen helpottamiseksi ovat kankailta ja soilta otetut koekohdat ryhmitetyt eri yhdistelmiin. Yhdistelmistä ensimmäinen käsittää varsinaiset metsämaat, jälkimmäinen vesiperäiset kasvupaikat.

(1) Koekohta	A.I	A.II	A.III	A.IV	A.VI	L.II	I.II
(2) Vallitsevan metsän ikä, v.	160	150	220	200	120	230	100
(3) Valtapuiden pituus, m	16	19	21	18	29	22	23
(4) » $D_{1.3}$ (*D*), cm	22	24	26	24	28	28	(30)
(5) Metsikön kuutio ha:lla, m³	?	?	?	?	400	?	250

(1)	J.I	J.II	J.IV	J.VI	E.I	E.III	E.IV	E.V
(2)	100	150	280	220	200	130	200	140
(3)	22	23	22	16	12	23	15	20
(4)	(34)	(38)	(40)	(34)	(32)	(44)	(38)	(38)
(5)	220	230	150	120	?	?	?	?

(1) Koekohta	B.I	B.II	B.III	B.IV	A.V
(2) Vallitsevan metsän ikä, v.	150	200	200	130	200
(3) Valtapuiden pituus, m	7	8	9	8	10
(4) » $D_{1.3}$ (*D*), cm	12	12	14	10	20
(5) Metsikön kuutio ha:lla, m³	40	80	150	100	?

(1)	L.I	I.I	I.III	J.III	J.V	E.II
(2)	250	200	200	170	250	300
(3)	12	10	13	15	12	12
(4)	22	(20)	(20)	(30)	(26)	(36)
(5)	?	?	?	70	50	?

45. Yhdistelmissä esitetyt tunnukset ovat käytettävissä olleista tuntuneet sopivimmille, etenkin tarkastelun vertailevaa luonnetta silmällä pitäen. Vallitsevan metsän ikä, (vallitsevan metsän) valtapuiden pituus ja $D_{1.3}$ tai *D* on koepuiden avulla voitu johtaa kaikille koekohdille, ja metsikön kuutiomäärä ha:lla on sentään varsin monessa tapauksessa, vaikka ei läheskään kaikissa, ilmoitettu alkuperäisissä muistiinpanoissa. Milloin muistiinpanoissa on mainittu metsikön ikä ja pituus, ovat myöskin nämä tiedot otetut huomioon yhdistelmän vastaavia arvoja määrättäessä.

Vallitsevan metsän ikää koepuiden avulla arvioitaessa on yleensä ollut käytettävissä vain mitattujen puiden ikä, syystä että hyljättyjen ikä ainoastaan poikkeustapauksissa kiekkoja tutkittaessa on otettu selville. Ikää määrättäessä on sama arvo annettu niin hyvin vallitseviksi kuin vallituiksi merkityille koepuille. Huomioon ottamatta on vain jätetty toisaalti ilmeisesti ylispuun asemassa olleet puut, toisaalti todennäköisesti alimetsään kuuluneet puut. — Haettu ikä on saatu laskemalla kulloinkin

kyseeseen tulleiden puiden ikäin aritmeettinen keskiarvo ja tasoittamalla laskutulos ylöspäin, (koekohdan laadusta sekä koepuiden ijästä ja kantokorkeudesta riippuen) yleensä joko lähimpään tai sitä seuraavaan tasaiseen kymmenlukuun, erikoistapauksissa vieläkin ylemmäksi.

Valtapuiden pituus ja läpimitta, joko $D_{1.3}$ tai D, ovat määrätyt kulloinkin kaikkien vallitsevassa asemassa olleiden koepuiden mittojen perusteella riippumatta siitä, ovatko näistä puista sahatut kiekot sisätöissä mitatut vaiko hyljätyt, kunhan vain puut todennäköisesti ovat kuuluneet vallitsevaan metsään. (Kuten vallitsevan metsän ikää arvioitaessa ei siis tässäkään ole kiinnitetty huomiota ylispuihin eikä alimetsän puihin.) Vallitussa asemassa kasvaneet puut on tuloksien verrannollisuutta silmällä pitäen tietenkin täytynyt jättää huomioon ottamatta. — Sekä valtapuiden pituus että niiden läpimitta on laskettu aritmeettisena keskiarvona kyseissä olevien koepuiden vastaavista arvoista. Laskelmien tulokset ovat edellisessä tapauksessa tasoitetut lähimpään metriin, jälkimmäisessä lähimpään parilliseen senttimetriin.

46. Esitettyjä yhdistelmiä ei tässä yhteydessä ole syytä ryhtyä yksityiskohdittain erittelemään. Edellä on jo eräitä kertoja yhdistelmiin viitattu. Sen sijaan on tehtävä pari huomautusta rinnastettujen, eri koekohtia koskevien tietojen verrannollisuudesta.

Vallitsevan metsän ikää osoittavat luvut ovat yleensä toisiinsa suorastaan verrattavissa. Kuitenkin on muistettava, että eräiden suoalojen — lähinnä alojen A.V, L.I, J.V ja E.II — kovin eri-ikäisille ja suhteellisen vähälukuisille koepuuryhmille määrätyt keski-ijät oikeastaan ovat vain laskennollisia abstraktioita, joiden rinnastaminen (suuresti katsoen) tasaikäisille puuryhmille johdettuihin keskiarvoihin ei sellaisenaan ole puolustettavissa.

Valtapuiden pituutta voidaan pitää kaikilla koealoilla verrannollisena. Niin ikään verrannollisia ovat myöskin erikseen rinnan korkeudelta ja erikseen (kulloinkin suunnilleen samalta korkeudelta) tyvestä mitatut diametrit. Sen sijaan $D_{1.3}$- ja D-arvoja ei tietenkään sovi suorastaan verrata keskenään. Tätä silmällä pitäen ovat tyvestä mitatut diametrit yhdistelmissä asetetut sulkusiin. Sanomattakin on selvää, että esillä olevan tapaisissa vertailuissa D ei ole läheskään yhtä sopiva käytettäväksi kuin $D_{1.3}$, mutta ilmeistä on myöskin, että niissä tapauksissa, joissa tiedot viimeksi mainitun tunnuksen suuruudesta puuttuvat, ei ole ollut mitään syytä jättää käyttämättä ensiksi mainitun arvoja.

Kuutiomäärät hehtaaria kohti ovat, kulloinkin metsikköön kokonai-

suudessaan kohdistuvina, omiaan sopivasti täydentämään yksinomaan vallitsevaa metsää tai nimenomaan valtapuita koskevia lukuja. Metsikön kuutiota käy (eräin rajoituksin) varsin hyvin viljeleminen tutkittujen tapaisia metsiköitä toisiinsa ylimalkaisesti verrattaessa.

Koekohdilla suoritetut metsätaloudelliset toimenpiteet.

47. Kuten jo tutkimusaineiston keräystä selostettaessa mainittiin, ovat erilaiset metsikköön tai metsämaahan aikaisemmin kohdistetut taloudelliset toimenpiteet esillä olevassa tutkimuksessa tarkimmiten huomioon otettavat tuloksiin mahdollisesti häiritsevästi vaikuttavina tekijöinä (**11**). Tällaisten virhelähteiden vaikutus on alun alkaen yritetty välttää koettamalla saada aineisto koottua mikäli mahdollista »luonnontilaisista» metsiköistä (**10**). Tämä ei kuitenkaan käytännössä läheskään aina ole käynyt päinsä.

Ne koekohdilla suoritetut metsätaloudelliset toimenpiteet, joiden suhteen muistiinpanoissa on merkintöjä, ovat hyvät pitää mielessä aineistoa yksityiskohdittain eriteltäessä. Varovaisuus havaintosarjoja tulkittaessa on niin ikään kohdallaan useassa sellaisessakin tapauksessa, jossa muistiinpanoissa ei taloudellisista toimenpiteistä mainita mitään. Kysymyksen tärkeyteen nähden tarkastettakoon tässä eri aineistoja koskevia tietoja puheina olleita seikkoja silmällä pitäen.

48. B-aineiston I, II ja IV koekohdasta on nimenomaan huomautettu, että niillä ei aikaisemmin ole toimitettu minkäänlaisia hakkauksia. III koekohdalta sen sijaan mainitaan edellisenä talvena poistetun joitakin puita. Tähän voidaan vielä lisätä, että niillä soilla, joilta nämä koealat ovat otetut, ei myöskään ole suoritettu ojituksia.

A-aineiston I, IV ja V koekohdan kuvauksissa ei puhuta mitään metsätaloudellisista toimenpiteistä. III koekohdan suhteen nimenomaan sanotaan, että hakkauksia ei ole ollut. II koekohdalta mainitaan n. 30—40 v. sitten kaadetun joitakin isoja puita, ja VI koekohdalta viime vuosina (enimmäkseen 10—15 v. sitten) poistetun koivuja.

L-aineistoa koskevissa muistiinpanoissa ei ole minkäänlaisia tietoja mahdollisesti suoritetuista metsätaloudellisista töistä. Koekohtien etäiseen ja syrjäiseen asemaan nähden tällaisia tuskin lienee toimitettukaan.

I-aineiston koekohtia kuvaavissa selostuksissa ei hakkauksista ole mitään mainintaa. Huomioon ottaen tutkittujen metsiköiden edullisen

aseman liikenteeseen nähden on kuitenkin varsin luultavaa, että ainakin kankaalla sijaitsevalla II koekohdalla aikoinaan on jonkinlaisia hakkauksia toimitettu. I koekohdan suhteen sanotaan, että »etelämpänä on kaivettu muutamia ojia». Tämä jonkun verran epämääräinen huomautus on tässä hieman häiritsevä sen takia, että ojituksen ikää ei ole arvioitu eikä liioin lausuttu mielipidettä siitä, missä määrin kyseissä oleva ojitus mahdollisesti on saattanut vaikuttaa tutkittujen koepuiden kasvuun.

J-aineiston kerääjä on ilmoittanut, että tutkituilla kankailla, siis I, II, IV ja VI koekohdalla, aikoinaan on tapahtunut hirrenharsinta, kuten kaikkialla Annantehtaan metsissä, mutta että sen sijaan rämeillä, siis III ja V koekohdalla, hakkauksia todennäköisesti ei ole toimitettu. Kankailla suoritettujen hakkauksien ajankohdat eivät, ikävä kyllä, ole tiedossa.

E-aineiston koekohtia selvittelevissä muistiinpanoissa ei metsätaloudellisista toimenpiteistä mitään mainita. Tutkimusseudun sijaitsevaisuuteen nähden on todennäköisesti sentään ainakin hyväkasvuisilta kankailta valituilla III, IV ja V koekohdalla jo ennen tutkimusaikaa suoritettu hakkauksia.

Tutkittuja metsiköitä kohdanneet vahingot.

49. Koekohdilla suoritettujen metsätaloudellisten toimenpiteiden ohella ovat, kuten jo aikaisemmin (**11**) on mainittu, myöskin metsiköitä mahdollisesti kohdanneet vahingot tässä otettavat huomioon tutkimuksen tuloksiin vaikuttavina virhelähteinä.

Metsäpalojen yleisyyteen nähden Suomessa ei ole lainkaan oudoksuttavaa havaita, että puolet tutkituista metsiköistä ainakin kerran, jos ei useammin, ovat joutuneet kulolle alttiiksi. Muita sanottavia vahinkoja ei sitä vastoin koekohdilla tiettävästi ole sattunut.

Ajankohdat, jolloin kulot ovat metsiköissä raivonneet, ovat tärkeät muistaa havaintosarjoja tulkittaessa. Mikäli kerätyn aineiston avulla on päästy perille palovuosista, on niistä huomautuksia edempänä esitettävässä katsauksessa saatuun havaintoaineistoon. Etupäässä näihin tietoihin nojaten tarkastetaan tässä eri koekohdilla sattuneita paloja.

50. B-aineiston I ja II koekohdalla ei ole havaittu minkäänlaisia kulonjälkiä. III ja IV koealan metsiköt ovat sen sijaan useaan otteeseen olleet kuloille alttiina. Ensiksi mainitussa on kulo käynyt ainakin vuosina 1804,

1808 ja 1867, todennäköisesti myös v. 1807, viimeksi mainitussa ainakin vuosina 1711, 1785, 1868 ja 1884 sekä joko syksyllä v. 1906 tai varhain keväällä v. 1907. Sekä III että IV koealan kiekoissa on vielä tavattu pari palorosoa, mutta näiden ajankohtaa ei ole määrätty. Rosoja, joiden syytä muistiinpanoissa ei lähemmin selvitellä, on sitäpaitsi kummankin koekohdan kiekoissa useissa vuosilustoissa. Etenkin IV koealalta kerätyssä aineistossa ovat tällaiset rosot lukuisat, mutta ovat ne useimmiten mainitut pieniksi tai aivan vähäisiksi, joten niihin yleensä tuskin kannattaa vakavaa huomiota kiinnittää.

A-aineiston Pohjois-Suomessa sijaitsevat koekohdat ovat järjestään kaikki aikojen kuluessa palaneet. Eri koekohdilta tutkittuihin puihin ovat kulot polttaneet merkkinsä ainakin seuraavina ajankohtina: I alalla vuosina 1821, (1822), (1853) ja 1855, II alalla vuosina 1831, (1831), 1883, 1886, 1888, 1891, 1895, 1897 ja 1907, III alalla vuosina 1716, (1856) ja 1903, IV alalla joko v. 1712, 1715 tai 1716 (noin v. 1720), sekä V alalla vuosina 1886 ja 1890. Sulkusiin asetetut vuosiluvut ovat johdetut niistä tiedoista, jotka AALTONEN aikaisemmin (**43**) mainituissa teoksissaan antaa kyseissä olevien koekohtien suhteen. Eri lähteistä saadut tiedot ovat osittain ristiriitaiset siitä johtuen, että kulon sattumisaikaa ei kiekkojen avulla aina käy määrääminen vuoden tarkkuudella. Ohimennen mainittakoon vielä, että näidenkin koekohtien kiekoissa on havaittu muutamia (yleensä pieniä) rosoja, joiden syytä ei ole saatu selville. — Etelä-Suomesta otetun koekohdan A.VI metsikkö on tiettävästi säilynyt kulovaurioilta.

L-aineiston I koekohdalta kerätyissä kiekoissa ei ole palohaavoja lainkaan. II koekohdalta sahatussa pohjakiekossa on pieni paloroso v:n 1835 lustossa mahdollisesti merkkinä tällöin paikalla käyneestä kulosta.

I-aineiston I ja II koekohdalla ei kiekoista päättäen ole ollut kuloja. Sitä vastoin on kyllä kahdessa III koekohdalta otetussa kiekossa useita palohaavoja kummassakin, mutta ovat palovuodet näissä tapauksissa jääneet määräämättä, syystä että kyseissä olevat kiekot tutkittaessa ovat hyljätyt.

J-aineiston III, IV ja V koekohta ovat tutkittujen metsiköiden ikäkautena todennäköisesti säilyneet kuloilta. Aineiston toisilla koekohdilla on kullakin palovuotensa, nim. ainakin seuraavat: I alalla vv. 1826 ja 1869, II alalla v. 1864 sekä VI alalla vv. 1826 ja 1852.

E-aineistossa on vain eräässä IV koekohdalta otetussa, tutkittaessa hyljätyssä kiekossa havaittu palorosoja. Mikäli tästä voidaan päättää, ei I, II, III ja V koekohdan metsiköissä kuloja lainkaan ole ollut.

Tutkittujen puiden lukumäärä.

51. B-aineiston laajuuden osoittaa alla oleva yhdistelmä, jossa tutkittujen koepuiden kokonaismäärän ohella ilmoitetaan myöskin sekä todella mitattujen että tutkittaessa hyljättyjen puiden lukumäärä.

Koeala	I	II	III	IV	Yhteensä
Tutkittuja puita	7	35	38	73	153
Mitattuja »	7	28	38	60	133
Hyljättyjä »	—	7	—	13	20

Kuten aikaisemmin on huomautettu, käytetään tässä B-aineiston suhteen sanontaa »tutkittuja puita» suppeammassa merkityksessä kuin toisista aineistoista puhuttaessa; samaten on mainitussa suhteessa eroavaisuuksia olemassa toisaalti B-aineiston I, II ja III alaan, toisaalti IV alaan nähden (**17**). Mainittava on myöskin, että IV alan hyljätyt koepuut ovat erikoisasemassa toisiin hyljättyihin puihin nähden (**17**). Kyseissä olevat lukumäärät eivät näin ollen oikeastaan ole keskenään suorastaan verrattavissa.

Yhdistelmä näyttää, että B-aineiston mitattujen puiden lukumäärästä lähes puolet on IV koealalta, jonkun verran yli neljännes III koealalta ja neljännes I ja II koealalta yhteensä.

52. Ensi näkemältä tuntuu ehkä merkilliselle, että mitattuja puita on tullut siksi epätasaisesti eri koealojen osalle. Ovathan näiden koealojen alkuperäiset aineistot olleet erinomaisen runsaat ja ovathan mitattavat puut eri aineistoista erotetut kulloinkin yhtenäisiä periaatteita noudattaen (**68**). Tosin on IV koealan metsikkö ollut huomattavasti nuorempi (ja ainakin yhtä tiheä) kuin toisten koealojen metsiköt, ja tästä johtuen puiden lukumäärä ensiksi mainitulla alalla suurempi kuin toisilla (koekohtien absoluuttiset alathan eivät ole sanottavasti toisistaan poikkeavia). Sanottu seikka ei kuitenkaan yksin riitä havaittuja eroavaisuuksia selittämään. Tämän osoittaa seuraava yhdistelmä, jossa mitattujen koepuiden lukumäärä verrataan mäntyjen kokonaismäärään eri koealoilla.

Koeala	I	II	III	IV
Tuoreita mäntyjä kaikkiaan	240	281	246	389
Edellisistä on mitattu, %	3	10	15	15

Suhteellisesti koealojen puiden (tai oikeammin mäntyjen) kokonaismäärään nähden on siis tosin III alalta mitattu saman verran puita kuin IV alalta, mutta II alalta tuntuvasti vähemmän ja I alalta aivan vähän puita.

Nyt on kuitenkin huomattava, että mitattujen puiden lukumäärien vertaus vastaaviin kokonaismääriin eri koealoilla ei tässä ole asiallisesti lainkaan valaiseva. Kyseissä olevat metsiköt ovat nimittäin kokoomukseltaan — sekä puiden ikään että suuruuteen nähden — varsin eriluontoisia. Mitattujen puiden suhteellisesti vähäinen lukumäärä I koealalla saa luontevimman selityksensä siitä, että tämän alan puut suurimmaksi osaksi ovat olleet kovin pieniä (61).

Eroavaisuudet eri koealoja edustavien mitattujen aineistojen suhteellisessa runsaudessa johtuvat osittain siitäkin, että eri alojen kiekot eri suuressa määrässä ovat asettaneet vaikeuksia lustojen erottamiselle ja mittaamiselle. Tämä seikka on ratkaisevasti vaikuttanut mitattujen puiden vähyyteen nimenomaan II koealalla (88).

53. Seuraava yhdistelmä osoittaa avustajien tutkittujen aineistojen laajuuden. Eri aineistoihin sisältyvien koealojen luvun ohella on yhdistelmässä ilmoitettu erikseen kaikkiaan tutkittujen, todella mitattujen sekä aineistoa tarkastettaessa hyljättyjen puiden lukumäärä.

Aineisto	A	L	I	J	E	Yhteensä
Koekohtia	6	2	3	6	5	22
Tutkittuja puita	37	7	18	33	30	125
Mitattuja »	31	5	11	29	18	94
Hyljättyjä »	6	2	7	4	12	31

Koealojen ja tutkittujen puiden lukumäärään nähden ovat A-, J- ja E-aineistot alkujaan suunniteltujen kokoiset. Huomattava kuitenkin on, että A-aineisto oikeastaan käsittää kaksi eri aineistoa, joista pienempään, Etelä-Suomesta kerättyyn ryhmään, kuuluu vain 1 koeala ja 8 tutkittua puuta. L-aineiston vähyys johtuu (kerääjän ilmoituksen mukaan) osittain siitä, että vikautumattomia puita tutkimusseudulta oli vaikea löytää, osittain pitkistä ja hankalista taipalista, jotka haittasivat kiekkojen kuljetusta. I-aineiston suhteellisen suppeuden selittää kerääjän huomautus, että kyseissä olevissa edullisesti sijaitsevissa valtionmetsissä vanhat metsiköt ovat aivan harvinaisia.

Tarkastettaessa mitattujen ja hyljättyjen puiden lukumäärien välisiä suhteita havaitaan, että sekä E- että I-aineistossa hyljätyt suhtautuvat

mitattuihin kuten 2: 3. Myöskin L-aineistossa on hyljättyjä suhteellisen runsaasti. Sitä vastoin on A-, mutta etenkin J-aineistossa hyljättyjen puiden luku jäänyt verraten vähäiseksi; hyljättyjen suhde mitattuihin on vastaavasti = 1: 5 ja 1: 7. Aineistoja yhteensä silmällä pitäen saadaan kyseissä olevalle suhteelle arvo 1: 3.

54. Lisävalaistusta puheina olleisiin seikkoihin luo seuraava yhdistelmä, jossa tutkittujen puiden lukumäärän jakautuminen mitattujen ja hyljättyjen osalle esitetään koekohdittain.

(1) Koekohta	A.I	A.II	A.III	A.IV	A.V	A.VI
(2) Tutkittuja puita	5	6	6	6	6	8
(3) Mitattuja »	4	6	3	5	5	8
(4) Hyljättyjä »	1	—	3	1	1	—

(1)	L.I	L.II	I.I	I.II	I.III	J.I	J.II	J.III
(2)	6	1	7	6	5	6	6	6
(3)	4	1	4	6	1	6	5	5
(4)	2	—	3	—	4	—	1	1

(1)	J.IV	J.V	J.VI	E.I	E.II	E.III	E.IV	E.V
(2)	5	5	5	6	6	6	6	6
(3)	5	4	4	5	4	5	1	3
(4)	—	1	1	1	2	1	5	3

Tutkittujen koepuiden lukumäärä on muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta kullakin koekohdalla 5 à 6. Kahdelta koekohdalta, I.I ja A.VI, on tutkittu 7 à 8 koepuuta, mutta koekohdalta L.II sen sijaan vain yksi ainoa koepuu. L-aineiston kerääjä on ilmoittanut, että kyseissä olevalta kankaalta kaadettiin useita puita, mutta että kaadetuista vain tämä yksi oli ilman vikoja.

Mitattuja koepuita on eri koekohdilla yleensä vähintään 3, tavallisimmin 4 à 5. Kolme koekohtaa on vain yhden mitatun puun varassa, nim. edellä mainitun alan L.II ohella alat I.III ja E.IV. Näihin koekohtiin on oikeimmiten vielä lisättävä ala E.III, jonka mitatuista koepuista vain yksi on mänty, toiset kaikki kuusia.

Hyljättyjen koepuiden lukumäärä on suurin koekohdilla I.III ja E.IV, nim. vastaavasti 4 ja 5. Useimmilla koekohdilla on hyljättyjen puiden luku jäänyt yhteen, ja kuudella koekohdalla ei puita lainkaan ole tarvinnut hyljätä.

Eri aineistoissa ovat tarkastetut suhteet varsin omalaatuiset. Käyttökelpoisimmaksi on osoittautunut J-aineisto, jonka kuudelta koekohdalta on tarvinnut hyljätä korkeintaan yksi puu kultakin. Samaa voitaisiin sanoa myöskin laajasta A-aineistosta, ellei III koekohdan puista olisi täytynyt hyljätä puolet. E-aineiston lukuisat hyljätyt koepuut ovat siinä suhteessa edullisesti jakautuneet, että niistä suurin osa on sattunut kahdelle koekohdalle, nim. IV ja V alalle, joten aineiston muut koekohdat ovat kukin saaneet osakseen ainakin luvultaan riittävän määrän mitattuja puita. I-aineiston kolmesta koekohdasta edustaa I aloja, joiden puista puolet on täytynyt hyljätä, II sellaisia, joiden kaikki puut on voitu mitata ja III niitä, joiden puista vain yksi on kelvannut mitattavaksi. Vähäisen L-aineiston koekohdista tarjoaa I mitattujen puiden lukumäärään nähden riittävän tutkimusaineiston.

Mitattujen puiden ikä.

55. Edellä (**52**) jo ohimennen huomautettiin, että B-aineiston tutkittujen metsiköiden ikäsuhteet ovat varsin omalaatuiset. Tasaikäiseksi voidaan arvioida vain IV koealan metsikkö. III koealalla on puiden ikä kauttaaltaan siksi korkea, että metsikköä ensi näkemältä hyvinkin saattaisi luulla jokseenkin tasaikäiseksi, vaikkakin puiden ijässä lähemmin tarkastettaessa havaitaan tuntuvia eroavaisuuksia. Sitä vastoin on metsikön erikäisyys selvästi huomattavissa II koealalla ja aivan erikoisesti silmiin pistävä I koealalla.

Tutkittujen koepuiden ikäsuhteisiin luo valaistusta edellä esitetty luettelo (**20**), jossa pohjakiekosta luettujen lustojen lukumäärä (N_0) osapuilleen osoittaa kyseissä olevien puiden ijän. Kehnoilla kasvupaikoilla kehittyneiden puiden ijän täsmällinen määrääminen edellyttää aivan erikoisia tutkimuksia, jotka tässä yhteydessä olisivat vieneet liiaksi pääaiheesta syrjään. Vaikkakin sanotut luvut luultavimmin ovat vain jonkinlaisia puiden todellisen ijän minimiarvoja, kelvannevat ne kuitenkin antamaan summittaisen kuvan tutkimusaineiston ikäsuhteista.

56. Seuraavassa koepuiden ikää selvittelevässä yhdistelmässä on otettu huomioon vain mitatut koepuut, jotka tässä tietenkin ovat mielenkiintoisimmat.

Koeala	I	II	III	IV	Yhteensä
Ikä 51—100 v.	1	1	—	—	2
» 101—150 »	2	5	8	52	67
» 151—200 »	2	6	18	7	33
» 201—250 »	2	7	7	—	16
» 251—300 »	—	7	4	1	12
» 301—350 »	—	2	1	—	3

I koealan mitatut puut muodostavat ikänsä puolesta sangen epäyhtenäisen ryhmän. Yhdistelmän antama kuva on sentään tässä suhteessa hieman liioiteltu. Tosiasiallisesti sopivat kyseissä olevat ijät — nuorimman puun ollessa 88 v. ja vanhimman 246 v. — n. 160 v. laajaan luokkaan.

II koealan mitatut puut jakautuvat varsin tasaisesti erotettuihin ikäluokkiin. Äärimmäisiä ikäluokkia lukuun ottamatta ovat eri luokat saaneet osakseen suunnilleen saman verran tapauksia. Nuorin puu on 98 v. ja vanhin 338 v., mikä tietää 240 v:n suuruista vaihtelua ijässä.

III koealan mitatut puut osoittavat voimakasta keskittymistä jakautumisessaan ikäluokkiin. Luokkaan 151—200 v. on joutunut lähes puolet tapauksista. Sanotun ikäluokan naapuriluokat ovat myöskin runsaasti edustettuina. Tutkituista puista nuorin on 124 v. ja vanhin 312 v., joten ikävaihtelu on suuruudeltaan n. 190 v.

IV koealan mitatut puut lukeutuvat valtavimmaksi osaksi ikäluokkaan 101—150 v. Lähinnä vanhin ikäluokka on kyllä sekin verraten runsaasti edustettuna. Jos koealan aivan erillisessä asemassa oleva vanha koepuu jätetään huomioon ottamatta, on puiden ijän vaihteluväli suhteellisen ahdas, nim. 115 v:sta 173 v:een, siis alle 60 v.

57. Avustajien aineistojen koepuiden ikäsuhteiden valaisemiseen voidaan käyttää tyvikiekoista luettuja lustolukuja. Tällöin on kuitenkin pidettävä mielessä eräät kyseissä olevan lukuaineiston laadusta aiheutuvat rajoitukset.

A-aineisto käsittää rinnan korkeudelta otettujen kiekkojen ohella juuren niskasta sahattuja kiekkoja. Huomioon ottaen Etelä-Suomessa sijaitsevan koekohdan A.VI erinomaisen kasvupaikan, voidaan hyvällä syyllä olettaa, että tämän alan koepuiden ikä pohjakiekkojen avulla on saatu oikein määrätyksi. Lapista kootut koepuuryhmät A.I—A.V ovat sitä vastoin siksi epäedullisissa olosuhteissa kehittyneistä metsiköistä, että pohjakiekkojen lustojen lukumäärää tuskin voidaan pitää puiden ikää vastaavana. Samaa on suuremmallakin syyllä sanottava niin ikään Pohjois-Suomesta

kerätyn L-aineiston suhteen, jonka tyvikiekot eivät ole sahatut juuren niskasta, vaan paria desimetriä ylempää.

I-, J- ja E-aineistoissa edustaa kutakin koepuuta vain yksi kiekko, joka on sahattu puun tyvestä, vaihtelevalta korkeudelta. Tyvikiekon etäisyys maasta on — nimenomaan mitatut koepuut huomioon ottaen — mainituissa aineistoissa vastaavasti (20—) 30—40 cm, (15—) 20—30 (—50) cm ja (10—) 15—30 (—65) cm. Yleensä ovat siis I-aineiston puut kaadetut pisimmille, E-aineiston puut lyhimmille kannoille. Tutkittujen leikkauksien etäisyys juuren niskasta on kaikissa tapauksissa siksi huomattava, että luettujen lustojen luvun ei voida katsoa vastaavan puiden ikää. Erotus puun todellisen ijän ja sanotun lustoluvun välillä on yleensä sitä suurempi, mitä kehnompi kasvupaikka ja mitä pitempi kanto on kyseissä.

58. On siis nytkin huomautettava, kuten edellä (**55**) B-aineistosta puhuttaessa, että käytettävissä olevat ikäluvut yleensä ovat vain jonkinlaisia puiden todellisen ijän minimiarvoja. Mutta vaikka näin onkin, ovat kyseissä olevat, seuraavaan yhdistelmään kootut tiedot kuitenkin omiaan antamaan ainakin summittaisen käsityksen tutkimusaineiston ikäsuhteista. Yhdistelmässä ovat tutkittaessa hyljätyt puut jätetyt huomioon ottamatta.

(1) Koekohta	A.I	A.II	A.III	A.IV	A.V	A.VI
(2) Ikä 51—100 v.	2	—	—	—	—	—
(3) » 101—150 »	1	6	—	—	1	8
(4) » 151—200 »	1	—	—	5	2	—
(5) » 201—250 »	—	—	3	—	—	—
(6) » 251—300 »	—	—	—	—	2	—
(7) » 301—350 »	—	—	—	—	—	—
(8) » 351—400 »	—	—	—	—	—	—
(9) » 401—450 »	—	—	—	—	—	—

(1)	L.I	L.II	I.I	I.II	I.III	J.I	J.II	J.III
(2)	—	—	—	5	—	6	—	—
(3)	—	—	—	1	—	—	5	1
(4)	1	—	3	—	1	—	—	4
(5)	1	1	1	—	—	—	—	—
(6)	1	—	—	—	—	—	—	—
(7)	—	—	—	—	—	—	—	—
(8)	—	—	—	—	—	—	—	—
(9)	1	—	—	—	—	—	—	—

(1)	J.IV	J.V	J.VI	E.I	E.II	E.III	E.IV	E.V
(2)	—	—	—	—	—	—	—	—
(3)	—	—	—	—	—	4	—	3
(4)	—	1	—	3	—	1	1	—
(5)	—	1	4	1	1	—	—	—
(6)	5	2	—	—	1	—	—	—
(7)	—	—	—	1	1	—	—	—
(8)	—	—	—	—	1	—	—	—
(9)	—	—	—	—	—	—	—	—

Nuorimpia, korkeintaan 100 v. vanhoja koepuita on suhteellisesti vähän, ja kuuluvat ne ryhmiin A.I, I.II ja J.I. Seuraava ikäluokka, 101—150 v., on runsaammin edustettuna kuin mikään muu luokka. Siihen lukeutuu n. $^1/_3$ koepuista. Noin kolmannes puista kuuluu ikäluokkiin 151—200 v. ja 201—250 v. yhteensä. Yli 300 v. vanhoja koepuita on vain muutamia, nim. koekohdilta L.I, E.I ja E.II. Ensiksi mainitulta alalta on tutkimusaineiston ijäkkäin, likipitäen 450 v. vanha koepuu.

59. Yksityisten koekohtien mitatut koepuut muodostavat ikänsä puolesta yleensä varsin yhtenäisiä ryhmiä. Tämän voi havaita jo siitä, että tapaukset esitetyissä jakautumissarjoissa useimmiten rajoittuvat joko yhteen tai kahteen vierekkäiseen ikäluokkaan. Koekohtia, joiden puut hajautuvat kahta useampaan ikäluokkaan, on vain $^1/_4$ kaikista.

Lähemmin asiaa tarkastettaessa havaitaan puolet koepuuryhmistä käytännöllisesti katsoen tasaikäisiksi. Näissä ryhmissä pysyttelee nim. puiden ikä aivan ahtaissa rajoissa, vaihdellen vain 2—15 v. Noin kolmannes koepuuryhmistä on kokoonpantu huomattavasti eri-ikäisistä puista. Ikävaihtelun suuruus on näissä ryhmissä n. 65—165 v., nousten kuitenkin eräässä erikoisessa tapauksessa (ryhmässä L.I) melkein arvoon 245 v. Eräiden koekohtien suhteen ei koepuiden ikävaihtelusta lainkaan voi puhua, syystä että niiltä on mitattu vain yksi puu kultakin.

Kyseissä olevat suhteet ovat muuten eri aineistoissa varsin erilaiset. A-aineiston kuudesta koepuuryhmästä on neljä luettava tasaikäisiin, nim. II, III, IV ja VI ryhmä, joissa puiden keski-ikä vastaavasti on n. 145, 215, 190 ja 120 v. I ryhmässä vaihtelee puiden ikä arvoissa 61—159 v., V ryhmässä arvoissa 136—260 v., joten siis ikävaihtelu edellisessä on n. 100 v. ja jälkimmäisessä 125 v.

L-aineiston I koepuuryhmän nuorin puu on 194 v. ja vanhin 437 v., joten ikävaihtelu on n. 245 v. II koekohdalta on otettu vain yksi, ijältään 225-vuotinen koepuu.

I-aineiston I koepuuryhmässä on puiden ijän vaihtelun suuruus 65 v., ääriarvojen ollessa 151 ja 215 v. II ryhmä on tasaikäinen, keskimäärin 95 v. vanha. III koekohdalta on mitattu vain yksi, n. 195-vuotinen koepuu.

J-aineiston koepuuryhmät ovat — äsken mainitussa mielessä — tasaikäisiä lukuun ottamatta vain V ryhmää, jossa puiden ikä vaihtelee rajoissa 192—264 v., joten siinä siis ikävaihtelu on yli 70 v. I, II, III, IV ja VI ryhmän puiden keski-ikä on järjestyksessä jokseenkin 95, 145, 155, 275 ja 215 v.

E-aineistoon sisältyy — ellei vain yhden, 195-vuotisen mitatun koepuun osakseen saanutta IV koekohtaa oteta huomioon — ainoastaan yksi tasaikäinen koepuuryhmä, nim. V ryhmä, jonka puiden keski-ikä on n. 140 v. I, II ja III ryhmässä liikkuu puiden ikä rajoissa 181—346 v., 216—366 v. ja 105—191 v., joten ikävaihtelu vastaavasti on osapuilleen 165, 150 ja 85 v.

Mitattujen puiden läpimitta rinnan korkeudella.

60. B-aineiston mitatut koepuut ovat alla olevassa yhdistelmässä ryhmitetyt rinnan korkeudelta mitatun läpimitan perusteella. Yleiskatsauksen helpottamiseksi on yhdistelmässä käytetty 4 cm:n laajuisia luokkia.

Koeala	I	II	III	IV	Yhteensä
Rinnankorkeusdiametri 5—8 cm	1	8	3	9	21
» 9—12 »	4	10	14	44	72
» 13—16 »	1	5	12	6	24
» 17—20 »	1	3	6	—	10
» 21—24 »	—	2	3	—	5
» 25—28 »	—	—	—	1	1

Kullakin koealalla ovat useimmat mitatuista puista joutuneet läpimittaluokkaan 9—12 cm. I ja IV koealan jakautumissarjoissa on tapauksien keskittyminen tähän luokkaan erittäin voimakas. II ja III koealan sarjoissa on kummassakin sanotun paksuusluokan ohella runsaasti edustettuna toinenkin luokka, nim. luokka 5—8 cm ensiksi mainitussa ja luokka 13—16 cm viimeksi mainitussa.

Mitattujen koepuiden läpimitta vaihtelee II koealalla rajoissa 6—22 cm ja III koealalla rajoissa 7—24 cm, joten arvojen absoluuttinen vaihtelu-

väli kummassakin tapauksessa on varsin huomattava, 17 à 18 cm. I koealalla on vastaava vaihteluväli vain 12 cm, läpimittojen — ilmeisesti tapauksien vähäisestä lukumäärästä riippuen — pysytellessä rajoissa 8—19 cm. Jos IV koealalla yksinäinen ylispuu jätetään huomioon ottamatta, sopivat — tapauksien suuresta lukumäärästä huolimatta — toisten mitattujen koepuiden diametrit vain 8 cm käsittävälle välille 6—13 cm.

Mitattujen puiden pituus.

61. B-aineiston tutkittujen puiden lukumäärästä puhuttaessa huomautettiin, että mitatun aineiston erisuuri suhteellinen runsaus eri koealoilla osittain johtuu kyseissä olevien metsiköiden erilaisuudesta puiden kokoon nähden. Metsiköiden kokoomusta sanottua seikkaa silmällä pitäen kävisi ehkä luontevimmin tarkastaminen rinnankorkeus-läpimittojen avulla. Kun tällaisia tietoja ei kuitenkaan koealoilta kokonaisuudessaan ole käytettävissä, mutta sen sijaan koealojen kaikkien puiden pituudet ovat tiedossa (8), voidaan kyseissä oleva ylimalkainen tarkastelu rakentaa näille viimeksi mainituille tiedoille.[1]

I koealan puut ovat valtavimmaksi osaksi olleet erittäin lyhyitä. Ryhmittelemällä alan puut pituutensa perusteella luokkiin (1) korkeintaan 3.0 m, (2) 3.1—6.0 m ja (3) yli 6.0 m, saadaan vastaavasti (hieman tasoitetut) suhdeluvut 60 %, 25 % ja 15 %. Mitatut koepuut ovat kaikki yli 6 m pitkät ja kuuluvat siis kolmanteen erotettuun luokkaan, vastaten tasaluvuin 20 % koealan tämän kokoisista puista.

II koealan mitatut koepuut ovat järjestään yli 4 m pitkät. Lajittelemalla koealan männyt pituusluokkiin (1) korkeintaan 4.0 m, (2) 4.1—8.0 m ja (3) yli 8.0 m, johdutaan vastaavasti suhdelukuihin 64 %, 32 % ja 4 %. Mitatuista koepuista kuuluu 22 toiseen ja 6 kolmanteen erotetuista luokista, mitkä luvut verrattuina puiden kokonaismääriin vastaavissa pituusluokissa antavat tasaluvuin 25 % ja 50 %.

III koealan metsikkö on ollut kahteen edellä käsiteltyyn verraten melko kookasta. Mitatuista koepuista on vain yksi 6 m pitkä, toiset kaikki ovat pitempiä. Jakamalla koealan puut korkeintaan 6 m ja yli 6 m pitkiin saadaan vastaavasti suhdeluvut 40 % ja 60 %. Pitempiä puita edustavan luokan yksilöistä on mitattu 40 %.

[1] Tässä yhteydessä on otettu huomioon alkuperäiset muistiinpanot, joissa puiden pituus on ilmoitettu dm:n tarkkuudella. Näin on tehty sen takia, että kaikkien puiden ryhmittely pituusluokkiin alkujaan on suoritettu mainittua tarkkuutta noudattaen.

IV koealan metsikkö on myös ollut verraten pitkää. Mitatut koepuut ovat kaikki yli 6 m pitkät. Tämän pituisia mäntyjä oli koealalla n. 50 % kaikista, joten mitatut koepuut edustavat yli 30 % pituusluokkansa puista.

Kullakin koealalla on siis mitattu varsin huomattava osa nimenomaan alojen kookkaimmista puista, jotka tietenkin lähinnä soveltuvat tutkittavina olevien kasvusuhteiden selvittelemiseen.

62. Tarkastettakoon vielä hieman yksityiskohtaisemmin B-aineiston mitattujen puiden pituutta, ja otettakoon tällöin huomioon alkuperäiset, dm:n tarkkuudella ilmoitetut arvot. Alla olevassa yhdistelmässä ovat mitatut puut pituutensa perusteella jaoitellut 2 m:n laajuisiin luokkiin.

Koeala	I	II	III	IV	Yhteensä
Pituus 4.1— 6.0 m	—	10	1	—	11
» 6.1— 8.0 »	6	12	13	46	77
» 8.1—10.0 »	1	5	18	14	38
» 10.1—12.0 »	—	—	5	—	5
» 12.1—14.0 »	—	1	1	—	2

I ja IV koealalla on pituusluokka 6.1 -8.0 m ehdottomasti vallitsevana. Sanotun pituusluokan ohella on näillä koealoilla edustettuna vain luokka 8.1—10.0 m, joten puiden pituuden absoluuttinen vaihtelu on 4.0 m.

II koealalla on pituusluokan 6.1 -8.0 m ohella runsaasti edustettuna myöskin luokka 4.1—6.0 m. Ellei paria erikoisen pitkää kelolatvaa oteta huomioon, pysyttelevät koealan (täysin tuoreiden) puiden pituudet rajoissa 4.1—9.0 m, mikä tietää 5.0 m:n suuruista pituuden vaihtelua.

III koealalla hajautuvat puiden pituudet 6.5 m käsittävälle välille 6.0 -12.5 m. Runsaasti edustettuina ovat pituusluokat 8.1—10.0 ja 6.1 — 8.0 m.

63. Siihen nähden, että avustajien aineisto on kerätty kovin laajalta alueelta, kosteus- y.m. suhteiltaan sangen erilaisilta kasvupaikoilta ja laadultaan varsin vaihtelevista metsiköistä, on puiden ulkonaisista tunnuksista pituus epäilemättä sopivin käytettäväksi argumenttina koepuiden koon vertailua tarkoittavassa erittelyssä.

Seuraava yhdistelmä, joka esittää mitatut koepuut ryhmitettyinä pituutensa mukaan 4 m:n laajuisiin luokkiin, on tehty luetteloituja, (puoliin metreihin) tasoitettuja pituuslukuja käyttäen.

(1) Koekohta	A.I	A.II	A.III	A.IV	A.V	A.VI
(2) Pituus 4.5— 8.0 m	—	—	—	—	1	—
(3) » 8.5—12.0 »	—	—	—	—	4	—
(4) » 12.5—16.0 »	3	1	1	3	—	—
(5) » 16.5—20.0 »	1	4	1	1	—	—
(6) » 20.5—24.0 »	—	1	1	1	—	2
(7) » 24.5—28.0 »	—	—	—	—	—	3
(8) » 28.5—32.0 »	—	—	—	—	—	3

(1)	L.I	L.II	I.I	I.II	I.III	J.I	J.II	J.III
(2)	—	—	—	—	—	—	—	—
(3)	2	—	4	—	1	—	—	—
(4)	2	—	—	—	—	—	—	4
(5)	—	—	—	4	—	1	1	1
(6)	—	1	—	2	—	5	3	—
(7)	—	—	—	—	—	—	1	—
(8)	—	—	—	—	—	—	—	—

(1)	J.IV	J.V	J.VI	E.I	E.II	E.III	E.IV	E.V
(2)	—	—	—	—	—	—	—	—
(3)	—	2	—	3	3	—	—	—
(4)	1	2	2	2	1	—	1	—
(5)	—	—	2	—	—	—	—	3
(6)	4	—	—	—	—	4	—	—
(7)	—	—	—	—	—	1	—	—
(8)	—	—	—	—	—	—	—	—

Alimpaan erotetuista pituusluokista on joutunut vain avustajien aineistojen lyhin, 7.5 m pitkä mitattu puu koekohdalta A.V. Seuraavaan neljään, väliin 8.5—24.0 m kuuluvaan luokkaan lukeutuu kuhunkin osapuilleen saman verran koepuita, yhteensä n. $^9/_{10}$ kaikista. Kahden ylimmän pituusluokan osalle, jotka käsittävät yli 24.0 m pitkät koepuut, tulee näin ollen lähemmä $^1/_{10}$ puiden luvusta. Tutkimusaineiston pisin, 31.5 m korkea koepuu on koekohdalta A.VI.

64. Yksityisiä koepuuryhmiä tarkastettaessa voidaan pitää tasapitkinä niitä ryhmiä, joissa pisimmän ja lyhimmän puun pituuksien erotus on korkeintaan 4.0 m, ja eripitkinä niitä ryhmiä, joissa sanottu erotus on yli 4.0 m. Tällöin havaitaan, että tasan puolet ryhmistä ovat eripitkiä. Puiden pituuksien vaihteluväli on näissä ryhmissä 4.5 -8.5 m. Toiseen puoleen sisältyy tasapitkien puuryhmien ohella nuo kolme yksinäistä puuta, jotka kukin itsekseen edustavat eri koekohtaa.

A-aineiston koepuuryhmät ovat eripitkiä lukuun ottamatta V ryhmää, jonka puut ovat keskimäärin 10 m pitkät. Pituuksien vaihteluvälit I, II, III, IV ja VI ryhmässä ovat järjestyksessä 5.5, 7.5, 8.5, 7.0 ja 7.5 m, pituuksien vaihdellessa vastaavasti arvoissa 12.5—18.0, 13.0—20.5, 14.5—23.0, 13.5—20.5 ja 24.0—31.5 m.

L-aineiston I koepuuryhmässä on lyhin puu 9.0 ja pisin 13.5 m, joten pituusvaihtelu on 4.5 m. II koekohtaa edustava mitattu puu on 22 m pitkä.

I-aineiston II koepuuryhmässä on puiden pituusvaihtelu 7.0 m, ääriarvojen ollessa 16.5 ja 23.5 m. I ryhmä on tasapitkä, keskimäärin 10 m korkea. III koekohdan ainoa mitattu puu on 12 m pitkä.

J-aineiston koepuuryhmistä on kaksi tasapitkää, nim. III ja V ryhmä, joissa puiden keskipituus vastaavasti on 15 ja 12 m. I, II, IV ja VI ryhmässä vaihtelee puiden pituus vastaavasti rajoissa 16.5 -23.0, 20.0—26.0, 16.0—23.0 ja 13.5—18.0 m, joten siis vaihteluvälit järjestyksessä ovat 6.5, 6.0, 7.0 ja 4.5 m.

E-aineiston varsinaisten koepuuryhmien (I, II, III ja V) puiden pituuksien vahtelut sopivat kussakin tapauksessa aivan ahtaisiin rajoihin, 1.5—3.0 m. Näiden tasapitkien ryhmien keskipituudet ovat järjestyksessä 12, 12, 23 ja 19 m. IV koekohtaa edustava yksinäinen koepuu on 14 m pitkä.

Mitattujen puiden asema metsikössä.

65. B-aineiston kokoomusta puiden asemaa metsikössä silmällä pitäen selvittelee alla oleva yhdistelmä, joka osoittaa mitattujen puiden jakautumisen vallitseviin ja vallittuihin puihin.

Koeala	I	II	III	IV	Yhteensä
Vallitsevia puita	6	21	28	49	104
Vallittuja »	1	7	10	11	29

Vallittuja puita on mitattu runsaanlaisesti muilla koealoilla paitsi I alalla. Vallittuja puita on II ja III koealalla $^1/_4$ ja IV koealalla $^1/_6$ kaikkiaan mitatuista.

66. Avustajien aineistojen mitattujen koepuiden jakautuminen vallitseviin ja vallittuihin puihin ilmenee seuraavasta yhdistelmästä.

(1) Koekohta	A.I	A.II	A.III	A.IV	A.V	A.VI
(2) Vallitsevia puita	3	4	2	3	3	4
(3) Vallittuja »	1	2	1	2	2	4

(1)	L.I	L.II	I.I	I.II	I.III	J.I	J.II	J.III
(2)	2	1	4	2	1	5	4	5
(3)	2	—	—	4	—	1	1	—

(1)	J.IV	J.V	J.VI	E.I	E.II	E.III	E.IV	E.V
(2)	4	4	4	5	4	5	1	2
(3)	1	—	—	—	—	—	—	1

Ainoastaan A-aineistossa ovat kunkin koekohdan mitattujen puiden joukossa vallitsevien ohella myöskin vallitut edustettuina. Useimmilta koekohdilta ei vallittuja puita ole lainkaan, ja niissä tapauksissa, jolloin niitä on, supistuu niiden luku yleensä yhteen tai kahteen. Vain koekohdilta A.VI ja I. II on mitattujen koepuiden joukossa kulloinkin neljä vallittua puuta.

Sekä A- että L-aineistossa suhtautuvat vallitsevien ja vallittujen puiden lukumäärät toisiinsa kuten 3 : 2, ja I-aineistossa on vastaava suhde likipitäen = 2: 1. J-aineistossa on vallittuja puita vain $^1/_{10}$ kaikista ja E-aineistossa vieläkin vähemmän. Avustajien aineistoja kokonaisuutena tarkastaen havaitaan, että mitatuista koepuista n. $^3/_4$ on ollut vallitsevia ja n. $^1/_4$ vallittuja puita.

Kiekkojen mittaus.

Kiekkojen valinta mittausta varten.

67. Kajaanin kihlakunnasta kesällä v. 1918 kokoomani tutkimusaineisto käsitti kaikkiaan tasaluvuin 2700 kiekkoa (1300 koepuuta) ja 2400 kpl. taimia (8).

Aineiston käsittely siirtyi olosuhteiden pakosta seuraavaan kevääseen, ja tällöin olivat mittaukset Metsätieteellisellä Koelaitoksella vallitsevan työnpaljouden takia supistettavat mahdollisimman vähiin. Keräämäni taimet jäivät kokonaan tarkastamatta, ja kiekoistakin täytyi tyytyä tutkimaan vain vähäistä osaa.

Tutkimusaineisto oli kuljetettu Helsinkiin puulaatikoissa kosteitten sammalien seassa. Kun aineisto syksyllä täytyi jättää pitkiksi ajoiksi käsittelemättä oli seurauksena, että iso osa siitä pääsi pilaantumaan. Kiekkojen pintaosat mustuivat ja lahosivat niin pahasti, että varsin monessa kiekossa ei enää voitu erottaa niihin tehtyjä merkintöjä, joten kiekkoja ei lainkaan voitu käyttää.

68. Aineiston osittainen pilaantuminen ei kuitenkaan läheskään riittävässä määrässä vähentänyt käyttökelpoisten kiekkojen lukua. Jotta mitattavien leikkauksien valinta ei muodostuisi aivan mielivaltaiseksi, rajoituin ensinnäkin käsittelemään vain (kuorelliselta) rinnankorkeusläpimitaltaan vähintään 6 cm täyttäviä mäntyjä. Sitäpaitsi päätin suorittaa mittaukset rinnankorkeuskiekoissa suunnassa pohjoinen—etelä.

Tämän perusteella karsiutuivat aineistosta aluksi (tosin verraten vähälukuiset) koivut ja kuuset sekä erittäin runsaslukuiset pienet männyt. Sitäpaitsi joutuivat suurehkoja ja suuria mäntyjä edustavasta aineistosta syrjään kaikki ne kiekkoparit ja -ryhmät, joiden rinnankorkeuskiekossa mainitussa mittaussuunnassa oli selvästi havaittavia vikautumia (lohkeamat, halkeamat, palohaavat, lahokohdat j.n.e.) tai häiritseviä muodostumia kiekon rakenteessa (oksat, huomattava epäkeskeisyys, kierteisyys,

n.s. *Rotholz*-solukko j.n.e., vrt. IV ja V valokuva). Täten tuli aineisto jo melko vahvasti supistetuksi.

Kun jäljelle jääneet kiekot myöhemmin oli mittausta varten tasoitettu (71), jolloin niiden arvosteleminen helpommin kävi päinsä, tuli äsken mainituista syistä vielä moni kiekko hyljätyksi. Aineistoa lopullisesti tarkastettaessa ennen mittausta osoittautui sitäpaitsi, että eräiden leikkauksien lustot paikoin olivat siksi epäselvät (lustosulautumat ja puuttuvat lustot etenkin kiekkojen kehäosissa), että leikkauksista ei katsottu voitavan saada luotettavia mittaustuloksia, joten ne jätettiin mittaamatta.

69. Suomen muista osista vv. 1919—1920 hankitut aineistot (9) ovat alun alkaen olleet siksi suppeat, että mitattavien leikkauksien lukua ei yleensä lainkaan ole tarvinnut rajoittaa. Ikävä kyllä täytyi kuitenkin osa Evolta v. 1920 hankitusta aineistosta Koelaitoksella suoritettavien toisten töiden takia jättää kokonaan käsittelemättä (27).

Aineistoista ei muuten mielivaltaisesti ole poistettu ainoatakaan kiekkoa. Niissä tapauksissa, joissa kiekko on jätetty mittaamatta, on hylkäämisen aina aiheuttanut leikkauksen silmiin pistävä säännöttömyys, erittäin huomattava vikautuma, lustosulautumat tai muut sellaiset seikat, jotka todennäköisesti olisivat johtaneet epäluotettaviin mittaustuloksiin.

70. Käsiteltäessä niitä aineistoja, joihin kuului useampi kuin yksi kiekko kustakin koepuusta, toimitettiin varsinaiset mittaukset yleensä vain rinnan korkeudelta saaduissa kiekoissa. Juuren niskasta sahatut kiekot käytettiin etupäässä puun iän määräämiseen, mutta samalla myös — kuten rinnan korkeutta ylempää otettuja kiekkoja, silloin kun niitä oli käytettävissä — apuna rinnankorkeuskiekkoa tarkastettaessa ja mitattaessa.

Osa runkoerittelyjä varten Kajaanin seuduilta kaadetuista puista tutkittiin mittaamalla kaikki niistä sahatut kiekot (8). Nämä leikkaukset mitattiin aivan samalla tavalla kuin muukin aineisto.

Kiekkojen valmennus ennen mittausta.

71. Kajaanin kihlakunnasta kerättyjen kiekkojen pintaosien osittainen turmeltuminen teki tarpeelliseksi puhdistaa leikkaukset ennen aineiston lopullista tarkastusta ja mittausta. Tätä tarkoitusta varten tasoitettiin tutkittavat pinnat puusepäntehtaassa karkealla hiekkapaperilla varustetun silityskoneen avulla.

Tämä kiekkojen valmennus oli omiaan mitä suurimmassa määrin helpottamaan ja varmistamaan mittauksia. Kiekkojen täydellinen tasoitus teki näet mahdolliseksi tarkastaa leikkauspintaa kokonaisuudessaan, tarkistaa mittauskohdalla epäselvät lustot seuraamalla niitä kautta leikkauksen, käyttää apuna tunnusomaisia eli t.s. helposti erotettavia lustoja ja lustoryhmiä, havaita pienimmätkin viat, epäsäännöllisyydet ja omituisuudet erikseen kussakin lustossa ja lustoryhmässä sekä leikkauksessa kokonaisuudessaan, j.n.e. (vrt. VI ja VII valokuva). Lisäksi voitiin mittaukset toimittaa täysin vaakasuorasti ja mahdollisimman varmasti.

72. Kajaanin aineiston ohella ovat myöskin Sodankylästä ja Kuusamosta hankitut kiekkoryhmät kauttaaltaan tasoitetut.

Toisten aineistojen kiekot ovat sitä vastoin jätetyt koneellisesti tasoittamatta. Toisaalti olisi näiden aineistojen käsittely silityskoneella käynyt suhteettoman kalliiksi, syystä että niihin kuuluvat kiekot yleensä ovat varsin suuret ja useassa tapauksessa epätasaisesti sahatut. Toisaalti ei tasoituksen toimittaminen lainkaan ollut välttämätöntä, koska näiden leikkauksien lustot yleensä ovat selvät ja suhteellisen leveät, ja koska kiekot mittausta suoritettaessa olivat kaikin puolin hyvässä kunnossa. Näin ollen on kyseissä olevien aineistojen leikkaukset tyydytty tasoittamaan tarpeellisilta kohdin käsivaraisesti, terävää nahkurinveistä apuna käyttäen.

73. Kiekkojen lopullisessa tarkastuksessa ennen mittausta on kulloinkin leikkauspinta kokonaisuudessaan otettu huomioon. Vaikeissa tapauksissa on sitäpaitsi — milloin useampi kuin yksi kiekko samasta puusta on ollut käytettävissä — tyvileikkausta aina tarkastettu rinnankorkeuskiekon ohella, jälleen kiinnittämällä huomio helposti tunnettaviin lustoihin ja lustoryhmiin. Tarpeen vaatiessa on samaa menetelmää sovellettu rinnan useaan samalta koekohdalta otettuun puuhun nähden, jopa eräissä erittäin epäselvissä tapauksissa tarkastettu koekohdan kiekkoryhmä kokonaisuudessaan (**78**).

Kovin kapealustoisia tai muuten epäselviä kohtia tutkittaessa on käytetty tarpeeksi vahvoja suurennuslaseja, jopa mikroskooppiakin.

Kiekkoja valmistavasti tarkastettaessa ennen varsinaiseen mittaukseen ryhtymistä otettiin selville ja merkittiin (sekä rinnan korkeudelta että tyvestä sahattuihin) kiekkoihin vuosirenkaiden lukumäärä kussakin tapauksessa.

74. Kiekkojen mittaus on kulloinkin suoritettu kahta sädettä myöten. — Ennen mittausta toimitetun leikkauspinnan yksityiskohtaisen tarkastuksen yhteydessä pistettiin pitkin mitattavia säteitä neula kuhunkin kymmenenteen vuosilustoon kehältä lukien.

Mitattavia säteitä valittaessa on eri aineistoja käsiteltäessä noudatettu jossakin määrin eriäviä periaatteita.

Kajaanin aineiston mittaus on, edellä (68) esitetystä syystä, kauttaaltaan toimitettu pitkin halkaisijaa suunnassa pohjoinen—etelä.

Sodankylästä hankittua aineistoa mitattaessa on noudatettu suuntaa pohjoinen—etelä, paitsi missä leikkauksen säännöttömyys sanotussa suunnassa on pakottanut siitä poikkeamaan [1].

Toisia aineistoja käsiteltäessä ei mittauksen ilmansuuntaan ole huomiota kiinnitetty. Mitattavat säteet ovat määrätyt valitsemalla edustavalta näyttävä — t.s. kasvun säännöllistä kulkua osoittava — halkaisija leikkauksen säännöllisimmistä osista.

Lokalahdelta kerättyjen kiekkojen erikoisen suuri säännöttömyys on muutamassa tapauksessa pakottanut poikkeamaan yleensä noudatetusta tavasta valita mitattavat säteet samalta halkaisijalta, ja samaten eräissä tapauksissa pakottanut mittaamaan valitun säteen sijasta murtoviivan.

Varsinaisen mittaustyön suoritus.

75. Mittaus toimitettiin kasautuvasti (kumulatiivisesti) leikkauksen keskuksesta kehälle, erikseen kummassakin säteessä. Säteen pituus kunkin vuosiluston ulkoreunan kohdalla luettiin 0.1 mm:n tarkkuudella, kapeata ja ohutta 0.5 mm:n jaoituksella varustettua puista senttimetrimittaa ja yleensä 16-kertaista — tarpeen vaatiessa heikompaa tai vahvempaa — suurennusta (Leitzin suurennuslaseja) käyttäen.

Mittauksia toimittavalla henkilöllä oli apunaan kirjuri, joka sanelun mukaan merkitsi mittaustulokset muistiin. Luvut merkittiin täysiarkin kokoisiin taulukoihin, joihin oli varattu tilaa lustojen järjestysnumeroille, molempien säteiden mittaussarjoille ja niiden valmistavalle laskennolli-

[1] Poikkeuksien suhteen on mitattaessa tehty merkintöjä joissa mainitaan, mille puolelle ja kuinka paljon mittaussuuntaa on siirretty. Näitä tietoja ei tässä kuitenkaan ole julkaistu, syystä että myöhemmin mitatuissa aineistoissa on katsottu tarpeettomaksi lainkaan kiinnittää huomiota siihen, mitä ilmansuuntaa noudattaen mittaus kulloinkin on suoritettu.

selle käsittelylle. Taulukoissa olivat kunkin luston ja sitäpaitsi 5-vuotisten lustoryhmien mittaluvut sopivalla viivoituksella erotetut toisistaan.

Mittaustyötä helpotti ja varmisti melkoisesti jatkuva tarkistus, joka aikaansaatiin toisaalti taulukoiden viivoituksen, toisaalti kiekkoihin kiinnitettyjen neulojen avulla. Korjauksia on varsinaisen mittaustyön yhteydessä tarvinnut suorittaa vain Kajaanin aineiston suhteen (82).

76. Mittauksia ei kaikissa tapauksissa toimitettu leikkauksen ytimestä kehälle saakka lusto lustolta, vaan jätettiin tarpeen vaatiessa osa säteestä yksityiskohdin mittaamatta. Mittaussarjojen aukkojen aiheuttajina olivat kovin kapeat lustot, lustosulautumat tai muunlaiset erittäin huomattavat säännöttömyydet määrätyllä kohtaa mitattavaa sädettä.

Vahvanlaisesti säännöttömiä kohtia mitattaessa saadut tulokset asetettiin epävarmoina hakasiin. Hakasiin suljetut mittaussarjojen osat käsittävät yleensä tasaisen kymmenluvun lustoja, paitsi milloin epävarma vyöhyke ulottuu leikkauksen ytimeen saakka.

Sekä aukkojen että hakasien selitykseksi tehtiin mittauspapereihin leikkauksen lustorakenteen laatua kuvaavia huomautuksia. Mittauspapereihin merkittiin myöskin eräitä tietoja kiekoissa havaittavista vahingonmerkeistä.

77. Kajaanin aineiston mittaus suoritettiin keväällä v. 1919, maalis-, huhti- ja toukokuun aikana. Maan muista osista hankitut aineistot tulivat mitatuiksi vuoden 1919 marraskuun ja vuoden 1920 marraskuun välisenä aikana. Eri aineistot mitattiin suuresti katsoen samassa järjestyksessä jossa ne olivat kerätyt.

Mittaustyön on alusta loppuun suorittanut Metsätieteellisen Koelaitoksen silloinen mikroskopisti, filosofian maisteri, neiti HILJA LAKSONEN. Työn on suunnitellut ja sen suoritusta valvonut esillä olevan tutkimuksen tekijä, joka myöskin suurimmalta osalta merkitsi mittaustulokset paperille.

Mittaustuloksien tarkistus.

78. Kiekkojen yksityiskohtainen tarkastus mittausta valmisteltaessa ja toimitettaessa on yleensä tehnyt tarpeettomaksi varsinaisten korjauksien suorittamisen saaduissa havaintosarjoissa. Alkuperäisten mittaustuloksien korjauksia on jälkeenpäin täytynyt tehdä vain eräissä Kajaanin aineiston sarjoissa.

Kuten edellä on mainittu, suoritettiin Kajaanin aineiston mittaus keväällä v. 1919. Mittausta valmisteltaessa tyydyttiin tällöin rinnankorkeuskiekon vuosilustoja eriteltäessä yleensä hakemaan tukea vain vastaavasta pohjakiekosta. Mittauksien alkukesällä valmistuttua toimitti neiti LAKSONEN uudelleen aineiston tarkastuksen, käyttäen apunaan kunkin koealan kaikkia kiekkoja. Mitattu kiekkoaineisto oli tällöin vielä kokonaisuudessaan tallella.

Kyseissä oleva tarkastus tarkoitti etupäässä aineistossa varsin runsaslukuisina esiintyvien lustosulautumien selvittelyä. Samalla täydennettiin leikkauksissa havaittavia vahingonmerkkejä koskevia muistiinpanoja ja tehtiin eräitä leikkauksien säännöllisyyttä kuvaavia ylimalkaisia merkintöjä.

Kajaanin aineistossa tavatut lustosulautumat ovat eräissä tapauksissa osittaiset, toisissa täydelliset. Rinnankorkeuskiekosta puuttuvat lustot on tavallisesti voitu erottaa vastaavassa pohjakiekossa, mutta toisinaan on ainakin osa sulautuneista lustoista ollut kummallekin leikkaukselle yhteinen. Näissä tapauksissa on lustojen puuttuminen saatu todetuksi tunnusomaisten vuosirenkaiden avulla, kulloinkin kyseissä olevaa kiekkoa koealan toisiin kiekkoihin vertaamalla.

79. Maan muista osista v:n 1919 jälkimmäisellä puoliskolla kerätyn aineiston (9) tultua tutkituksi toimitettiin seuraavana vuotena näiden mittaustuloksien tarkastus.

Tätä varten esitettiin erikseen kullekin puulle alkuperäisistä kasautuvista mittaussarjoista johdettujen erotussarjojen (R, r) summasarjat (R + r) havainnollisesti. Piirustuksien mittakaava valittiin siten, että sarjoja esittävät murtoviivat mahtuivat 10 cm:n korkuisille (vaihtelevan pituisille) paperiliuskoille, joten niiden vertailu keskenään helposti kävi päinsä.

Näiden piirustuksien avulla tarkastettiin mittaustulokset koekohta koekohdalta. Epäilyttävissä tapauksissa tutkittiin uudelleen kiekot. Mittaustuloksien korjauksiin ei tämä tarkastus kuitenkaan antanut aihetta.

80. Kiekkoaineiston käsittely varsinaisen mittaustyön päätyttyä johti uuteen tarkastukseen, jonka päänääränä oli selvitellä saatujen tuloksien luotettavuutta leikkauksien lustorakennetta mittaussäteiden kohdalla lähemmin tutkimalla.

Huomio kiinnitettiin tällöin nimenomaan siihen, leikkaako käytetty

mittaussäde kulloinkin vuosilustot kohtisuorasti vai eikö. Tarkastusta helpottivat huomattavasti kiekkoihin mittaustyön yhteydessä syntyneet neulanjäljet (**74**). Tarkastuksen aikana tehtyjen havaintojen perusteella täydennettiin tarpeellisilta kohdin mittauspapereihin aikaisemmin tehtyjä merkintöjä.

Kyseissä oleva tarkastus toimitettiin v:n 1920 loppupuolella, loka- ja marraskuun aikana. Työn suoritti neiti LAKSONEN esillä olevan tutkimuksen tekijän ohjaamana ja avustamana. Tarkastus käsitti Kajaanin aineiston eräin rajoituksin (**81**) ja maan muita osia edustavan aineiston kokonaisuudessaan.

81. Syksyllä v. 1920 toimitettu mittaustuloksien tarkastus ei koskenut kaikkia Kajaanin aineiston kiekkoryhmiä. Perusteellisesti tarkastettiin vain III koealan ja ylimalkaisesti IV koealan kiekot, jota vastoin I ja II alan kiekot täytyi jättää tarkastamatta. Tällöin keskeytyneen työn suoritti — aikaisemmin seurattuja periaatteita noudattaen — tutkimuksen tekijä itsekseen loppuun kesällä v. 1924, toimittamalla kyseissä olevien I ja II ryhmän tarkastuksen sekä IV ryhmän tarkastuksen täydennyksen. Mitattu kiekkoaineisto ei tällöin enää kokonaisuudessaan ollut tallella.

Katsaus saatuun havaintoaineistoon.

82. Kiekkoaineistoa mitattaessa ja mittaustuloksia tarkastettaessa pidettyihin pöytäkirjoihin[1] perustuen esitetään tässä luvussa lyhyt katsaus mitattuun aineistoon.

Katsauksen tarkoituksena on kunkin koekohdan suhteen selvitellä toisaalti tutkimusaineiston laajuutta, toisaalti aineiston luotettavuutta ja käyttökelpoisuutta.

Aineiston laajuutta kuvattaessa kosketellaan mitatuista puista puhuttaessa ohimennen myöskin hyljättyjä puita. Mitattujen sarjaparien lukumäärän ohella mainitaan sarjojen alku- ja loppuvuodet.

Aineiston luotettavuutta ja käyttökelpoisuutta on rajoituttu tarkastamaan yksinomaan negatiivisessa mielessä, kiinnittämällä huomio havaintosarjojen toisarvoisiin kohtiin (**76**). Niinpä on mainittu sarjojen mittaamatta jätetyt vyöhykkeet (ja nimenomaan puuttuvat lustot), sarjojen hakasiin asetetut kohdat sekä puita kohdanneiden vahinkojen sattumisvuodet. Lisäksi on vielä (B-aineiston suhteen) lueteltu havaintosarjoissa mitattaessa ja tarkastettaessa suoritetut korjaukset.

83. Mitattuja puita kohdanneita vahinkoja selvittelevien merkintöjen suhteen on huomautettava, että leikkauksen järjestysnumeroon liitettyjä *aliviittoja o ja 1.3* on käytetty osoittamaan vastaavasti tyvestä ja rinnan korkeudelta otettua leikkausta, ja että vioittuman laatuun kohdistuvaa sanontaa on korostettu tai heikennetty vastaavasti kursivointia tai sulkusia käyttäen.

Muihin merkintöihin nähden viitattakoon siihen, mitä aikaisemmin aineiston mittausta selostettaessa on kyseissä olevista seikoista sanottu.

---

[1] Esillä olevaan tutkimukseen oli tekijällä aikomuksena todistusaineistona liittää sanotuista pöytäkirjoista lyhennellen laadittu »tutkittujen leikkauksien luettelo». Tämä julkaistavaan kuntoon viimeistelty luku on tästä kuitenkin painatuskustannuksien vähentämiseksi jätetty pois.

Ryhmä B. I.

84. Kaikki koekohdan kiekot, jotka tasoituksen tapahduttua on yksityiskohtaisesti tutkittu, on saatu mitatuiksi.

Ryhmä käsittää seitsemän varsin eripitkää sarjaparia. Sarjoista alkavat, pisimmistä lyhimpiin luetellen,

n:ot 2 vuonna 1704,
» 6 » 1748,
» 4 » 1775,
» 1 » 1788,
» 5 » 1792,
» 3 » 1832,
» 7 » 1856.

Useimmissa tapauksissa ovat lustosulautumat kiekkojen ulko-osissa tehneet mahdottomaksi mittauksen jatkamisen kehälle saakka. Vain sarjat 5 ja 7 ulottuvat loppuvuoteen 1918. Sarjat 6 katkeavat v. 1893, sarjat 2, 4 ja 1 v. 1873 ja sarjat 3 jo v. 1868.

Mittaamatta jätetyt kehävyöhykkeet käsittävät siis korkeintaan 50 lustoa. Tähän nähden on puuttuvien lustojen lukumäärä eri tapauksissa huomattavan suuri, nim. leikkauksissa 2, 4, 1 ja 3 vastaavasti 6, 11, 6 ja 14. Leikkauksessa 6 tosin kaikki lustot näkyvät, mutta on tässä tapauksessa uloin (25 lustoa käsittävä) vyöhyke jätetty mittaamatta ilmeisesti sen takia, että lustot sanotussa vyöhykkeessä r-säteen kohdalla ovat erittäin kapeat, keskimäärin hieman alle 0.05 mm. Lustojen keskimääräinen leveys ensin lueteltujen leikkauksien mittaamatta jätetyissä vyöhykkeissä on 0.1 à 0.2 mm.

85. Toisarvoisiksi on havaintosarjoissa merkitty vain kaksi parikymmentä vuotta käsittävää kohtaa, nim. vv. 1704—1728 sarjassa 2.r ja vv. 1849—1868 sarjassa 3.r. Syynä on edellisessä tapauksessa lustojen epäkeskeisyys, jälkimmäisessä joku mainitsematta jäänyt seikka. Ryhmän kiekot ovat kaikki tallella, joten toimitetut tarkistukset on voitu kohdistaa aineistoon kokonaisuudessaan.

Minkäänlaisia vahingonmerkkejä ei mitatuissa leikkauksissa ole havaittu.

Havaintosarjoissa suoritetut korjaukset supistuvat siihen, että mitattaessa sarjasta 6.R aluksi on jäänyt pois v:n 1783 lusto (0.1 mm), kun jälleen sarjaan 6.r aluksi on tullut merkittyä liikaa lusto vuodelle 1772 (0.0 mm) ja jäänyt merkitsemättä v:n 1808 lusto (0.3 mm).

Ryhmä B. II.

86. Koekohdan mittausta varten tasoitetuista ja yksityiskohtaisesti tutkituista kiekoista on $^1/_5$ lustojen epäselvyyden takia täytynyt hyljätä.

Ryhmään kuuluu kaikkiaan 28 pituudeltaan vahvasti vaihtelevaa sarjaparia. Sarjaparien alkuvuodet ovat, etäisimmästä lähimpään järjestettyinä, vastaavasti seuraavat:

n:oiden 2, 21, 27, 30, 23, 31 vuodet 1650, -62, -63, -69, -72, -80;
» 33, 15, 12, 8, 13 » 1701, -02, -31, -33, -34;
» 17, 22, 9, 4, 5, 28 » 1745, -54, -54, -63, -69, -70;
» 14, 25, 16, 11, 19 » 1777, -80, -81, -93, -94;
» 10, 24, 3, 20, 6, 29 » 1827, -30, -42, -44, -58, -59.

Havaintosarjoista jatkuu vain $^2/_3$ aineiston keräysvuoteen 1918. Mitatuista leikkauksista on nimittäin $^1/_3$ täytynyt jättää kehäosiltaan mittaamatta. Syynä tähän on yleensä ollut lustojen epäselvyys, useimmissa tapauksissa luultavasti lustojen puuttuminen.

Epätäydelliset havaintosarjat ovat parhaastaan aineiston vanhimpia. Niinpä näihin kesken katkenneisiin sarjoihin kuuluvat järjestään kaikki 1600-luvulla ja molemmat 1700-luvun alkuvuosina alkavat sarjaparit. Sarjat 2.R ja 2.r katkeavat vastaavasti jo vv. 1795 ja 1785, sarjat 21 sitä vastoin vasta v. 1900. Sarjaparit 27, 30, 23, 31, 33 ja 15 jatkuvat järjestyksessä vuosiin 1868, 1802, 1810, 1808, 1816 ja 1874. Niin ikään vanha sarja 17.r on mitattu vuoteen 1908, aineiston lähinnä nuorin sarjapari 6 vuoteen 1912.

Lustojen keskimääräinen leveys mittaamatta jätetyissä vyöhykkeissä on leikkauksessa 21 alle 0.05 mm, mutta liikkuu toisissa leikkauksissa yleensä arvoissa 0.10 à 0.20 mm.

87. Aineiston tarkastetuista havaintosarjoista on $^2/_3$ määrätyiltä kohdin merkitty toisarvoisiksi. Sarjojen epävarmuuden on tavallisimmin aiheuttanut häiritsevän voimakkaasti kehittynyt *Rotholz*-solukko ja lustojen epäkeskeisyys leikkauksien sisäosissa. Toisarvoisia kohtia esiintyy sekä aineiston vanhimmissa että nuorimmissa sarjoissa. Hakasiin asetettujen vyöhykkeiden käsittämä lustoluku vaihtelee suuresti eri tapauksissa. Havaintosarjat 9 ovat kokonaisuudessaan merkityt toisarvoisiksi. Vyöhykkeen alkuvuoden mukaan lueteltuina ovat toisten sarjojen epävarmat kohdat seuraavat:

23 : 1672—1678,	33 : 1701—1816,	15 : 1702—1718,
21.r : 1719—1758,	12.r : 1731—1768,	17 : 1745—1758,
22.R : 1754—1778,	5 : 1769—1818,	28 : 1770—1773,
25 : 1780—1848,	16.R : 1789—1808,	14.R : 1794—1838,
4.R : 1819—1918,	24 : 1830—1868,	10.R : 1845,
22.r : 1859—1918,	19 : 1868—1870,	29.R : 1869—1888,
12.R : 1869—1918,	8.R : 1899—1918.	

Tässä yhteydessä on vielä mainittava, että kyseissä olevaa tarkastusta ei ole voitu kohdistaa mitattuihin leikkauksiin 27, 30, 13 ja 20, jotka tarkastuksen aikana olivat kateissa.

Vaiingonmerkkejä ei koekohdan leikkauksissa ole lainkaan havaittu.

88. Koekohdan aineisto on ollut erittäin hankala mitata. Leikkauksista on $^1/_3$ vaatinut korjauksia jo mitattaessa, jälleen $^1/_3$ tarkastettaessa. Suoritetuista korjauksista mainittakoon ensiksi ne, jotka ovat tietäneet lustoluvun lisäämistä kiekkojen mittaamatta jätettyihin kehävyöhykkeisiin. Nämä korjaukset ovat yhtä poikkeusta lukuun ottamatta toimitetut havaintosarjojen tarkastuksen yhteydessä. Mittaamatta jätettyihin kohtiin sarjoissa 2, 21, 30 ja 23 on tällöin vastaavasti lisätty 3, 8 , 16 ja 8 lustoa, sarjoissa 33 jo mitattaessa 1 lusto ja tarkastettaessa vielä 2 lustoa, sekä sarjoissa 15 ja 6 vastaavasti 4 ja 2 lustoa. Kahdessa viimeksi mainitussa tapauksessa on nimenomaan todettu, että kyseissä olevia lustoja ei lainkaan näy rinnan korkeudelta otetussa leikkauksessa. Toisissa tapauksissa ovat lustosulautumat todennäköisesti olleet vain osittaiset.

Lustojen lisäämistä sarjojen mitattuihin kohtiin tarkoittaneita korjauksia on toimitettu yhtä usein mitattaessa kuin tarkastettaessa. Tällöin ovat yleensä olleet kyseissä aivan kapeat lustot.

Niinpä ovat mitattaessa sarjoihin 27 lisätyt vuosien 1795, 1814, 1835 ja 1837 lustot, edelleen sarjoihin 22 lisätyt vuoden 1910 lustot ja sarjoihin 4 lisätyt vuoden 1824 lustot järjestään merkityt 0.0 mm:n levyisiksi. Sitä vastoin ovat sarjoihin 24.R ja 24.r niin ikään mitattaessa liitetyt vuoden 1918 lustot leveydeltään vastaavasti 0.5 ja 0.3 mm.

Tarkastettaessa on sarjoihin 12 tullut lisää vuosien 1834 ja 1839 lustot, sarjoihin 4 vuoden 1813 lustot ja sarjoihin 19 vuoden 1918 lustot, jotka lukuun ottamatta ensiksi mainittuja, 0.1 mm:n levyisiä vuoden 1834 lustoja, kaikki ovat merkityt 0.0 mm:n levyisiksi. Tarkastettaessa on vielä sarjoista 17 poistettu niihin mitattaessa vuoden 1907 kohdalle lisätyt 0.0 mm leveät lustot.

Lopuksi ovat mainittavat ne mitattaessa suoritetut korjaukset, jotka aiheutuivat siitä, että joku esitöissä havaittu lusto varsinaisen mittaustyön yhteydessä aluksi jäi huomaamatta. Nämä tapaukset ovat lyhyesti luetellen seuraavat: sarjassa 9.R lustot 1791 (0.3 mm) ja 1873 (0.2 mm), sarjassa 5.R lusto 1790 (0.0 mm), sarjassa 10.R lusto 1847 (0.2 mm) ja sarjassa 20.r lusto 1879 (0.1 mm).

Ryhmä B. III.

89. Kaikki koekohdan kiekot, jotka tasoituksen jälkeen yksityiskohtaisesti tutkittiin, voitiin poikkeuksetta mitata.

Ryhmä käsittää yhteensä 38 vaihtelevan pituista sarjaparia. Havaintosarjojen ulottuvaisuus ajassa käy ilmi alla olevasta yhdistelmästä, joka osoittaa sarjaparien alkuvuodet:

n:ot	15, 8, 2, 19, 12	alkavat vv.	1672, -85, -87, -89, -96;
»	23, 6, 21, 16, 37	» »	1705, -06, -13, -15, -18;
»	14, 9, 3, 5, 11, 17	» »	1755, -72, -75, -75, -75, -75;
»	10, 26, 30, 22, 35	» »	1778, -80, -80, -81, -82;

n:ot 28, 34, 18, 33, 1, 36 alkavat vv. 1783, -83, -84, -84, -86, -87;
» 32, 13, 4, 27, 24, 29 » » 1790, -91, -94, -97, -98, -99;
» 20, 25, 7, 31, 38 » » 1809, -14, -15, -19, -20.

Havaintosarjoista vain noin puolet jatkuvat aukottomasti alkuvuodesta aineiston keräysvuoteen 1918. Aukot käsittävät tavallisimmin 20 tai 30 lustoa, ja mittaamatta jätetyt kohdat sijaitsevat muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta kiekkojen hidaskasvuisissa kehäosissa. Ryhmän aukkoiseen aineistoon lukeutuu kaikenikäisiä havaintosarjoja.

Mainittakoon ensin ne tapaukset, joissa mittaamatta jätetty kohta sijaitsee leikkauksen sisäosassa. Näihin kuuluvat sarjat 19, 21 ja 16.R, joissa vastaavasti on aukot vuosina 1789—1818, 1789—1828 ja 1797—1803, sekä sarjat 27 ja 24.R, joissa kussakin vuosijakso 1842—1847 on täytynyt jättää mittaamatta.

Kaikissa muissa tapauksissa on aukko havaintosarjan loppupäässä ja rajoittuu siis vuoteen 1918. Kyseissä olevista sarjoista katkeavat n:ot 8 jo vuonna 1788, n:ot 27 ja 20 vuonna 1878, n:ot 23, 21, 37, 3, 30 ja 29 vuonna 1888, n:ot 13 vuonna 1892, n:ot 2, 35, 28, 33 ja 1 vuonna 1898 sekä n:ot 16 vuonna 1902.

Lustojen keskimääräinen leveys kyseissä olevissa vyöhykkeissä on tavallisimmin 0.1 mm, nousten kuitenkin monesti arvoon 0.2 mm. Mittaamatta jätetyt vuosijakson 1842—1847 lustot ovat sitä vastoin erinomaisen kapeat, keskimäärin korkeintaan 0.05 mm.

90. Syynä lustovyöhykkeiden mittaamatta jättämiseen on useimmiten lustojen puuttuminen. Aineiston laatua määrätyltä näkökannalta erinomaisesti kuvaavina ansaitsevat mitatuissa leikkauksissa havaitut lukuisat lustosulautumat tässä erikoisen maininnan.

Kyseissä olevat tapaukset voidaan sulautumien sattumisaikaa silmällä pitäen jakaa kolmeen toisistaan selvästi erottautuvaan ryhmään.

Ensinnäkin on 1700-luvun ja 1800-luvun taitteessa sattuneita sulautumia pantu merkille sarjoissa 21, 19 ja 8, joista kustakin mainitaan puuttuvan 2 lustoa vastaavasti väleiltä 1789—1828, 1794—1818 ja 1795—1819, sekä sarjassa 16.R, jossa eivät erottaudu kaikki lustot välillä 1797—1803.

Toiseksi on 1840-luvulla tapahtuneita sulautumia merkitty sarjoissa 27 ja 24.R, joista ensiksi mainituista puuttuu 5 ja viimeksi mainitusta 4 lustoa väliltä 1842—1847, sekä sarjoissa 5, joissa ei ole voitu erottaa vuoden 1843 lustoa. Sarjasta 5.r puuttuu myöskin vuoden 1835 lusto.

Kolmannek i on havaintokauden nuorimpana ajanjaksona, 1880-luvulta tutkimusaikaan, monessa leikkauksessa havaittu lustosulautumia. Niinpä sarjoista 27 väliltä 1879—1893 puuttuu 2 lustoa ja väliltä 1894—1918 vielä 1 lusto, sarjapareista 13, 29 ja 30 kustakin väliltä 1889—1918 vastaavasti 5 lustoa, 2 lustoa ja vähintäin 1 lusto, edelleen sarjapareista 2 ja 37 vastaavasti 2 ja 3 lustoa väliltä 1899—1918, viimeksi mainitusta todennäköisesti väliltä 1907—1912, sekä lopuksi sarjoista 31 ainakin vuoden 1895 lusto, mahdollisesti myöskin vuosien 1902 ja 1908 lustot, jotka leikkauksessa näkyvät vain paikoin pätkinä.

Tässä yhteydessä on vielä mainittava leikkauksessa 32 vuoden 1800 kohdalla havaittu 0.1 mm:n levyinen epämääräinen vuosirengas, joka nähtävästi on vain valelusto.

91. Ryhmän tarkastetuista havaintosarjoista on $^3/_5$ yhdestä tai useammasta kohdasta merkitty epävarmaksi. Syynä kyseissä olevien vyöhykkeiden toisarvoisiksi leimaamiseen on tavallisimmin lustojen epäkeskeisyys ja leikkauksissa esiintyvät oksat. Vyöhykkeet sijaitsevat useimmiten leikkauksien sisäosissa. Lustojen lukumäärä näissä hakasiin asetetuissa vyöhykkeissä vaihtelee rajoissa 10—80. Toisarvoisia kohtia tavataan kautta aineiston, sarjojen ijästä riippumatta. Tapaukset ovat seuraavassa yhdistelmässä järjestetyt epävarman vyöhykkeen alkuvuotta silmällä pitäen.

15.r : 1689—1703,	12.R : 1696—1718,	19 : 1709—1778,
2.r : 1729—1738,	23.r : 1729—1738,	21.r : 1729—1738,
2.R : 1739—1748,	14.R : 1769—1778,	23.r : 1769—1788,
21.r : 1769—1788,	9.R : 1772—1788,	9.r : 1772—1798,
21.R : 1779—1788,	11.R : 1779—1808,	15.R : 1779—1828,
26.R : 1780—1798,	18.R : 1784—1808,	33.r : 1789—1808,
27.R : 1797—1818,	27.r : 1797—1828,	36.r : 1799—1808,
32.R : 1799—1818,	24.R : 1804—1828,	29.R : 1809—1818,
29.r : 1809—1818,	22.R : 1809—1828,	24.r : 1809—1858,
36.R : 1809—1888,	7.R : 1819—1828,	13.R : 1819—1858,
36.r : 1819—1868,	34.r : 1819—1868,	33.r : 1819—1878,
29.R : 1829—1858,	22.R : 1839—1848,	11.r : 1849—1858,
28.r : 1849—1858,	4 : 1849—1918,	28.R : 1859—1898,
12 : 1859—1918,	22.R : 1859—1918,	2.R : 1864—1898,
26.r : 1864—1918,	24.R : 1864—1918,	25.r : 1869—1878,
34.R : 1869—1918,	11.R : 1879—1918,	25.r : 1909—1918.

Mitatuista leikkauksista olivat n:ot 37, 30, 35 ja 38 kateissa jo syksyllä v. 1920, joten tarkastusta ei niiden suhteen lainkaan ole voitu toimittaa.

92. Koekohdan mitattujen puiden kiekoissa on varsin monessa tapauksessa havaittu vahingonmerkkejä. Seuraavassa yhdistelmässä ovat tapaukset luetellut kyseissä olevien sarjaparien ijän mukaisessa järjestyksessä (**83**).

15_0 : *paloroso*;	12_0 : paloroso 1808;
23_0 : (roso);	21_0 : *paloroso 1807* (?);
16_0 : (8 rosoa);	14_0 : (roso);
9_0 : vioittuma, (rosoja);	$9_{1.3}$: *vioittuma*;
$5_{1.3}$: roso 1835;	11_0 : (paloroso 1867);
$17_{1.3}$: vioittuma 1798;	10_0 : (4 rosoa);
26_0 : paloroso 1804;	28_0 : (7 rosoa 1779—1884);
1_0 : (paloroso);	4_0 : rosoja;
20_0 : (roso 1801);	7_0 : (roso 1835), *roso 1864*.

93. Havaintosarjoissa suoritetuista korjauksista päättäen ei tämänkään aineiston mittaus ole ollut vaikeuksia vailla.

Niinpä on leikkauksen n:o 21 mittaamatta jätettyyn sisävyöhykkeeseen (1789—1828) mitattaessa lisätty 1 lusto. Samoin mitattaessa on sarjoihin 14 lisätty vuoden 1895 lustot sekä sarjoihin 5 vuosien 1835 ja 1843 lustot, jotka kaikki ovat merkityt 0.0 mm:n levyisiksi.

Tarkastettaessa jälleen on sarjoihin 17 lisätty vuosien 1814 ja 1838 lustot (à 0.1 mm) sekä sarjoihin 34 vuoden 1846 lustot (0.0 mm). Tarkastettaessa on vielä sarjoista 32 poistettu niihin mitattaessa lisätyt vuoden 1800 lustot (0.1 mm).

Ryhmä B. IV.

94. Koekohdan tasoitetuista kiekoista on osa — leikkauksen vikautumisen tai lustojen epäsäännöllisyyden takia — jätetty yksityiskohtaisesti tarkastelematta. Tutkitut tasoitetut kiekot ovat poikkeuksetta mitatut.

Ryhmän sarjaparien lukumäärä on kokonaisuudessaan 77, joista 60 edustaa rinnankorkeuskiekoissa tehtyjä mittauksia. Tässä yhteydessä rajoitutaan tarkastamaan vain viimeksi mainittuja sarjapareja. Nämä sarjat alkavat vastaavasti seuraavina vuosina:

v. 1663	n:ot 32;	v. 1799	n:ot 3;
» 1800	» 21;	» 1804	» 39;
» 1807	» 62;	» 1808	» 22;
» 1809	» 10, 14, 31, 37, 38;	» 1810	» 1, 30, 35, 63;
» 1811	» 19, 24;	» 1812	» 12, 34;
» 1813	» 6, 45, 54;	» 1814	» 8, 15, 17, 23, 26, 33, 48;
» 1815	» 5, 29, 51, 52;	» 1816	» 27, 46;
» 1817	» 50, 60;	» 1818	» 7, 25, 43;
» 1819	» 18, 20, 40, 49;	» 1820	» 4, 16, 47, 57;
» 1821	» 42;	» 1822	» 13, 58;
» 1823	» 44, 61;	» 1824	» 9, 41, 56, 59;
» 1825	» 36, 55;	» 1834	» 53.

Havaintosarjat jatkuvat yhtä paria lukuun ottamatta vuoteen 1918. Sarjat 63 katkeavat v. 1878. Kyseissä olevassa kiekossa on uloin 40 lustoa käsittävä vyöhyke jätetty mittaamatta lustosulautumien takia. Lustojen keskimääräinen leveys näissä kohdissa on 0.15 à 0.20 mm.

Lustosulautumia on havaittu vain kahdessa mitatussa leikkauksessa. Leikkauksesta 63 puuttuu mittaamatta jätetystä vyöhykkeestä (1879—1918) kaikkiaan 5 lustoa, joista 2 sisältyy väliin 1898—1918 ja jotkut väliin 1883—1889. Leikkauksessa 3 on myöskin todettu lustoja näkyvän liian vähän, joskaan puuttuvien lustojen asemaa tässä tapauksessa ei ole voitu määrätä.

95. Aineiston tarkastetuista havaintosarjoista on $^2/_3$ joko kokonaisuudessaan tai osaksi merkitty toisarvoisiksi. Syynä tähän on useimmiten lustojen epäkeskeisyys tai leikkauksessa tavatut oksat. Epävarmat vyöhykkeet esiintyvät tavallisimmin leikkauksien sisäosissa. Näihin vyöhykkeisiin sisältyvien lustojen lukumäärä vaihtelee vahvasti eri tapauksissa, mutta nousee yleensä korkeintaan arvoon 100.

Alusta loppuun toisarvoisiksi on merkitty viisi sarjaparia, nim. n:ot 32, 3, 39, 49 ja 44. Osaksi epävarmoja jälleen ovat seuraavat sarjat:

21 : 1800—1868,	62.r : 1807—1828,	22 : 1808—1828,
35 : 1810—1878,	63 : 1810—1878,	45.R : 1813—1849,
15 : 1814—1828,	51.R : 1815—1888,	46 : 1816—1823,
12.r : 1819—1833,	20.r : 1819—1833,	40 : 1819—1863,
18 : 1819—1888,	16 : 1820—1838,	13 : 1822—1858,
12.R : 1824—1868,	36 : 1825—1858,	31.r : 1829—1848,
8.r : 1829—1848,	33.r : 1829—1858,	38.r : 1829—1868,
34.r : 1829—1918,	53 : 1834—1855,	7.R : 1834—1858,
1.R : 1834—1868,	55.r : 1836,	30.R : 1839—1888,
8.R : 1839—1888,	43.R : 1839—1918,	6.R : 1844—1853,
43.r : 1849—1868,	23.R : 1849—1878,	56 : 1849—1878,
41.r : 1849—1893,	10.R : 1849—1918,	19 : 1849—1918,
34.R : 1849—1918,	47.r : 1859—1868,	54.R : 1859—1918,
7.r : 1859—1918,	57.R : 1859—1918,	61 : 1869—1888,
37.R : 1869—1918,	25.r : 1869—1918,	27.R : 1879—1898,
22.R : 1879—1918,	14.R : 1879—1918,	6.R : 1879—1918,
17.r : 1879—1918,	26.r : 1879—1918,	41.R : 1879—1918,
47.R : 1884—1918,	60 : 1889—1918,	47.r : 1904—1918,
62.R : 1909—1918,	5.r : 1909—1918.	

Syksyllä v. 1920 olivat mitatuista rinnankorkeuskiekoista n:ot 4 ja 59 kateissa, joten niiden suhteen tarkastusta ei lainkaan voitu suorittaa.

96. Vahingonmerkkejä esiintyy koekohdan mitattujen puiden kiekoissa varsin lukuisasti, etupäässä pohjakiekoissa. Seuraavassa yhdistelmässä ovat nämä tapaukset järjestetyt kyseissä olevien sarjaparien alkuvuotta silmällä pitäen (**83**).

32_0 : paloroso 1711;
39_0 : (rosot 1852, 1872);
14_0 : (roso 1896);
1_0 : (rosot 1867, 1894, 1912);
63_0 : (roso);
$12_{1.3}$: *paloroso 1884*;
15_0 : (rosot 1811, 1814);
26_0 : (roso 1849), roso 1868;
$51_{1.3}$: arpi 1832;
50_0 : *paloroso 1868*;
$32_{1.3}$: paloroso 1785;
22_0 : (rosot 1854, 1857, 1885, 1910);
37_0 : (rosot 1900, 1912);
35_0 : (rosot 1908, 1915);
19_0 : roso 1896;
45_0 : (roso 1865);
17_0 : (rosot 1887, 1903, 1910);
51_0 : (roso 1808);
52_0 : rosot 1872, 1896;
60_0 : (rosot 1882, 1887);

25_0 : (roso 1877); 20_0 : (roso 1881);
40_0 : rosot 1857, 1859, 1893, 1916; 49_0 : (rosot 1846, 1850, 1859, 1876, 1877, 1904, 1910 y.m.);
4_0 : (roso 1871); 16_0 : (roso 1859);
42_0 : (roso 1885); 58_0 : (roso 1915);
61_0 : (rosot 1875, 1879); 59_0 : (paloroso 1906 tai 1907).

97. Hankaluuksia vailla ei ole ollut tämänkään koekohdan aineiston mittaus. Leikkauksista on $^1/_9$ vaatinut korjauksia jo mitattaessa ja $^1/_6$ tarkastettaessa.

Suoritetut korjaukset ovat yleensä tietäneet lustoluvun lisäämistä. Niinpä on tarkastettaessa lisätty vuosien 1883 ja 1884 lustot sarjoihin 60, vuoden 1897 lusto sarjoihin 29, vuoden 1898 lusto sarjoihin 21, 31, 12 ja 58, edelleen vuoden 1917 lusto sarjoihin 43 ja vuoden 1918 lusto (0.1 mm) sarjoihin 35. Luetelluissa tapauksissa on, viimeistä lukuun ottamatta, kulloinkin ollut kyseissä 0.0 mm:n levyisiksi merkityt lustot. Tarkastettaessa on vielä lisätty 3 lustoa sarjojen 63 mittaamatta jätettyyn vyöhykkeeseen (1879—1918), mutta sitä vastoin poistettu vuoden 1857 lusto (0.1 mm) sarjoista 45.

Mitattaessa jälleen on sarjaan 58.R liitetty vuoden 1863 lusto (0.0 mm), sarjaan 49.r vuoden 1867 lusto (0.1 mm), sarjoihin 60.R ja 60.r vuoden 1886 lusto (vastaavasti 0.0 ja 0.1 mm), sarjaan 33.r vuoden 1899 lusto (0.1 mm) sekä sarjoihin 5.R ja 5.r vuoden 1917 lusto (vastaavasti 0.2 ja 0.4 mm) ja vuoden 1918 lusto (niin ikään 0.2 ja 0.4 mm). Mitattaessa on myöskin leikkauksen 63 mittaamatta jätettyyn kehävyöhykkeeseen lisätty 2 lustoa.

Täydellisyyden vuoksi mainittakoon lopuksi vielä, että sarjassa 54.r mitattaessa aluksi jäi merkitsemättä vuoden 1830 leveä lusto (0.7 mm).

Ryhmä A. I.

98. Koekohdan rinnankorkeuskiekoista oli yksi kateissa jo mittauksia suoritettaessa. Toiset kaikki on saatu mitatuiksi.

Ryhmä käsittää neljä sarjaparia, joiden alkuvuodet ovat vastaavasti seuraavat:

n:oiden 3 vuosi 1771,
» 2 » 1785,
» 1 » 1847,
» 4 » 1867.

Havaintosarjat jatkuvat aukottomasti alkuvuodesta aineiston keräysvuoteen 1919.

99. Toisarvoisia kohtia tavataan aineistossa yksi ainoa, nim. sarjassa 3.R, jossa vanhimpien vuosilustojen mittaukset, 1771 -1779, leikkauksessa esiintyvien oksien takia ovat merkityt epävarmoiksi.

Koekohdan mitattujen puiden kiekoissa on tavattu seuraavat vahingonmerkit (**83**):

3_0: paloroso 1821;
2_0: *paloroso 1821*,
paloroso 1855;
1_0: (paloroso 1855);
4_0: (roso 1898).

Ryhmä A. II.

100. Koekohdan tutkitut puut on järjestään mitattu. Ryhmän kuusi sarjaparia alkavat alla mainittuina vuosina:

n:ot 3 vuonna 1784,
» 6 » 1788,
» 1 » 1789,
» 4 » 1797,
» 2 » 1799,
» 5 » 1801.

Mittaamatta jätettyjä kohtia ei havaintosarjoissa lainkaan ole, vaan jatkuvat sarjat aukottomasti koepuiden kaatovuoteen 1919.

101. Tarkastettaessa on puolet havaintosarjoista määrätyiltä kohdin merkitty toisarvoisiksi. Syynä mittauksien epävarmuuteen on useimmiten leikkauksen oksikkuus. Toisarvoiset kohdat esiintyvät poikkeuksetta leikkauksen sisäosissa, ja näiden vyöhykkeiden käsittämä lustoluku on 20 à 40. Tapaukset ovat vuosijakson alkuvuoden mukaan järjestettyinä seuraavat:

3 : 1784—1819,
6 : 1788—1809,
5 : 1801—1839,
3.R : 1860—1889.

Mitattujen puiden leikkauksissa on havaittu alla luetellut vahingonmerkit (**83**):

3_0 : palorosoja 1831 (1832 ?);
6_0 : 2 palorosoa 1831;
1_0 : 3 palorosoa 1831 (1832 ?), (palorosot 1883, 1886, 1888, 1891, 1895, 1897, 1907);
4_0 : *paloroso 1831*, (roso 1910);
$4_{1.3}$: (roso 1907).

Ryhmä A. III.

102. Tutkituista koepuista on puolet jätetty mittaamatta. Syynä leikkauksien hylkäämiseen ovat ensi sijassa olleet niissä havaitut lustosulautumat. Ryhmän sarjaparien alkuvuodet ovat:

n:oiden 6 vuosi 1701,
» 2 » 1716,
» 3 » 1722.

Havaintosarjat on voitu mitata aukottomasti alkuvuodesta loppuvuoteen 1919 saakka.

103. Toisarvoiseksi on tarkastettaessa merkitty sarja 6. R kokonaisuudessaan ja sarjasta 6. r suurin osa, nim. vuodet 1750—1919. Syynä havaintojen epävarmuuteen ovat kyseissä olevassa mitatussa tyvileikkauksessa esiintyvät erittäin huomattavat juuripönkät.

Mitattujen koepuiden kiekoissa ovat seuraavat vahingonmerkit (83) esiintyneet:

2_0 : paloroso 1716,
vioittumia 1821—1919;
$3_{1.3}$: paloroso 1903.

Ryhmä A. IV.

104. Tutkituista koepuista on yksi jätetty mittaamatta rinnankorkeuskiekossa esiintyvän ison paloroson ja leikkauksen ulko-osissa tavattujen lustosulautumien takia.

Ryhmän viisi sarjaparia alkavat vastaavasti seuraavina ajankohtina:

n:ot 1 vuonna 1760,
» 4 » 1761,
» 3 » 1762,
» 2 » 1768,
» 5 » 1769.

Aukkokohtia ei sarjoihin mitattaessa lainkaan ole tarvinnut jättää, joten sarjat jatkuvat keskeytymättä alkuvuodesta aineiston keräysvuoteen 1919.

105. Havaintosarjoista on tarkastettaessa puolet määrätyltä kohdalta merkitty toisarvoiseksi. Epävarmat kohdat tavataan poikkeuksetta leikkauksien sisimmissä osissa ja käsittävät ne korkeintaan nelisenkymmentä lustoa. Syynä havaintojen epävarmuuteen on useimmiten lustojen epäkeskeisyys mitatuissa leikkauksissa. Tapaukset ovat seuraavat:

2 : 1768—1779,
5 : 1769—1809,
4.R : 1770—1809.

Koekohdan mitattujen puiden kiekoissa ei ole havaittu minkäänlaisia vahingonmerkkejä.

Ryhmä A. V.

106. Tutkituista koepuista on yksi hyljätty rinnankorkeuskiekon kehäosien erittäin heikon kasvun ja lustojen epäselvyyden takia.
Ryhmään kuuluu viisi sarjaparia, joiden alkuvuodet ovat:

n:on 6 vuosi 1700,
» 5 » 1706,
» 1 » 1762,
» 4 » 1764,
» 3 » 1824.

Havaintosarjoista useimmat jatkuvat alkuvuodesta loppuvuoteen 1919. Kuitenkin katkeavat sarjat 1 ja 4 jo aikaisemmin, nim. vastaavasti vuosina 1902 ja 1899. Kyseissä olevissa leikkauksissa on uloimmat, parisenkymmentä vuosilustoa käsittävät vyöhykkeet täytynyt jättää mittaamatta syystä, että nämä kehäosat ovat kovin epäselvät ja lustot niissä paikoin muodostumatta. Lustojen keskimääräinen leveys mittaamatta jätetyissä vyöhykkeissä on vain n. 0.05 mm.

107. Tarkastettaessa on sarjoista $^2/_5$ osittain merkitty toisarvoisiksi. Epävarmat kohdat esiintyvät leikkauksien keskuksessa ja vaihtelee niiden käsittämien lustojen luku rajoissa 10—70. Syynä havaintojen epävarmuuteen ovat eri tapauksissa erilaiset säännöttömyydet lustoissa. Toisarvoiset kohdat ovat alla luetellut:

6.R : 1700—1729,
6.r : 1740—1789,
4 : 1764—1774,
6.R : 1790—1859.

Mitattujen koepuiden kiekoissa on tavattu seuraavat vahingonmerkit (**83**):

$6_{1.3}$: (paloroso 1890);
1_0 : roso 1899;
4_0 : paloroso 1886.

Ryhmä A. VI.

108. Koekohdan tutkitut koepuut on kaikki saatu mitatuiksi. Ryhmän kahdeksan sarjaparia alkavat seuraavina vuosina:

vuonna 1807 n:ot 6, 8;
» 1808 n:o 7;
» 1809 n:ot 1, 4;
» 1810 » 3, 5;
» 1811 n:o 2.

Sarjoista $^3/_4$ jatkuu alkuvuodesta aineiston keräysvuoteen 1920. Sarjat 3 katkeavat vuonna 1909, sarjat 2.R ja 2.r vastaavasti vuosina 1900 ja 1910. Mittaamatta jätetyt vyöhykkeet käsittävät siis 10 à 20 lustoa. Kyseissä olevissa kiekoissa ovat kehäosat paikoin erittäin epäselvät. Lustojen leveys mittaamatta jääneissä vyöhykkeissä on leikkauksessa 3 keskimäärin 0.25 à 0.35 mm, leikkauksessa 2 keskimäärin 0.10 à 0.15 mm.

109. Tarkastettaessa on n. $^1/_3$ sarjoista merkitty määrätyltä kohtaa toisarvoisiksi. Epävarmat vyöhykkeet on tavattu osittain leikkauksien keskuksessa, osittain niiden kehäosassa. Vyöhykkeet käsittävät useimmiten 10 à 20 lustoa. Syitä hakasien käyttöön näissä tapauksissa ei muistiinpanoissa ole selvitelty. Toisarvoiset kohdat ovat seuraavat:

1. r : 1821—1830,
1.R : 1821—1840,
8. r : 1861—1920,
5.R : 1891—1900,
6. r : 1901—1920.

Vahingonmerkkejä ei koekohdan mitattujen puiden kiekoissa ole lainkaan todettu.

Ryhmä L. I.

110. Koekohdan kuudesta tutkitusta koepuusta on kaksi hyljätty, toinen rinnankorkeuskiekon lustojen osittaisen epäselvyyden, toinen sanotun kiekon ulko-osissa tavattujen lustosulautumien takia.

Ryhmän neljä sarjaparia alkavat alla luetelluina ajankohtina:

n:o 3 vuonna 1521,
» 6 » 1677,
» 2 » 1762,
» 4 » 1766.

Useimmat ryhmän havaintosarjat ulottuvat aukottomina alkuvuodesta loppuvuoteen 1919. Vain sarjat 6 tekevät tässä suhteessa poikkeuksen. Ne nimittäin katkeavat jo vuonna 1849, joten niissä uloin, 70 lustoa

sisältävä vyöhyke on jäänyt mittaamatta. Syynä tähän on ollut kovin hidas kasvu kyseissä olevassa leikkauksen osassa. Lustojen keskimääräinen leveys mittaamatta jätetyssä kohdassa on 0.10 à 0.15 mm.

111. Tarkastuksen yhteydessä on noin $^1/_3$ havaintosarjoista osittain merkitty toisarvoisiksi. Hakasiin asetetut mittaustulokset ovat leikkauksien keskuksista. Kyseissä olevat vyöhykkeet käsittävät n. 10 à 40 lustoa. Mittauksien epävarmuus on tavallisimmin leikkauksen oksikkuuden aiheuttama. Tapaukset ovat seuraavat:

3.R : 1521—1529,
2.R : 1790—1829,
4.R : 1790—1809.

Vahingonmerkkejä ei mitattujen koepuiden kiekoissa ole.

Ryhmä L. II.

112. Koekohdan ainoa tutkittu puu on saatu mitatuksi. Ryhmän sarjapari alkaa vuonna 1711 ja ulottuu keskeytyksittä aineiston keräysvuoteen 1919.

Havaintosarjoissa ei lainkaan esiinny toisarvoisia kohtia. Aineistossa havaitut vahingonmerkit supistuvat pohjakiekossa vuoden 1835 lustossa tavattuun pieneen palorosoon.

Ryhmä I. I.

113. Koekohdan seitsemästä tutkitusta koepuusta on kolme hyljätty, etupäässä kiekkojen kehäosien epäselvyyden ja kiekkojen sisäosissa tavattujen oksien takia.

Ryhmän neljä sarjaparia alkavat seuraavina vuosina:

n:o 1 vuonna 1705,
» 4 » 1739,
» 3 » 1745,
» 6 » 1769.

Havaintosarjoista ei yksikään jatku keskeytymättä aineiston keräysvuoteen 1919. Kussakin leikkauksessa on uloin lustovyöhyke jätetty mittaamatta, kahdessa sitäpaitsi sisin vyöhyke. Niinpä sarjat 1, 4, 3 ja 6 loppupäästään katkeavat vastaavasti vuosina 1889, 1909, 1908 ja 1909. Sarjoissa 1 ja 3 on sitäpaitsi aukot vastaavasti vuosina 1705—1748 ja 1745—1778. Aukot käsittävät näin ollen tasaluvuin 10 à 40 lustoa. Sarjojen aukkojen aiheuttajina ovat erilaiset epäsäännöllisyydet leikkauksissa. Lustojen keskimääräinen leveys mittaamatta jätetyissä kohdissa on yleensä 0.10 à 0.30 mm, joskus alle 0.10 mm:n.

114. Tarkastettaessa ovat ryhmän havaintosarjat yhtä poikkeusta lukuun ottamatta merkityt määrätyiltä kohdin epävarmoiksi. Toisarvoiset kohdat sijaitsevat useimmiten kyseissä olevien leikkauksien sisäosissa, harvemmin niiden ulko-osissa. Hakasiin asetetut vyöhykkeet käsittävät 5 40, tavallisimmin 10—20 lustoa. Havaintojen hataruuden ovat eri tapauksissa aiheuttaneet erilaiset säännöttömyydet lustoissa. Epävarmat kohdat ovat seuraavat:

4.r : 1750—1759,
3.R : 1779—1794,
3.r : 1779—1799,
1.R : 1785—1789,
1.r : 1790—1819,
6.R : 1850—1859,
4.R : 1870—1909,
3.R : 1890—1908.

Mitatuissa kiekoissa ei vahingonmerkkejä ole lainkaan havaittu.

Ryhmä I. II.

115. Koekohdan tutkitut koepuut on kaikki saatu mitatuiksi. Ryhmään kuuluu kuusi sarjaparia, joiden alkuvuodet ovat:

n:on 2 vuosi 1817,
» 1 » 1821,
» 3 » 1825,
» 5 » 1829,
» 6 » 1829,
» 4 » 1830.

Ryhmän havaintosarjoista ulottuvat useimmat alkuvuodesta loppuvuoteen 1919. Poikkeuksen tekevät vain sarjat 6, joiden alkupää, vuodet 1829—1835 käsittävä vyöhyke, on jätetty mittaamatta. Syytä tähän ei muistiinpanoissa ole mainittu. Mittaamatta jätetyssä kohdassa on lustojen leveys keskimäärin 0.30 mm.

116. Tarkastettaessa on melkein puolet havaintosarjoista joltakin kohtaa merkitty epävarmoiksi. Toisarvoiset kohdat ovat osittain kiekon keskuksessa, osittain kehällä. Hakasiin asetettujen lustojen lukumäärä vaihtelee 10—55. Havaintojen epävarmuuteen ovat useimmiten syynä juuripönkät ja lustojen aaltoilevaisuus. Toisarvoiset kohdat ovat seuraavat:

3.R : 1825—1839,
3. r : 1825—1849,
2. r : 1840—1849,
4.R : 1865—1919,
6.R : 1870—1919.

Tässä on vielä huomautettava siitä, että sarjaa 6.r ei ole saatu toimittamalla mittaukset määrätyn säteen suuntaan, vaan 2-osaista murtoviivaa seuraten.

Mitään vahingonmerkkejä ei ole huomattu koekohdan kiekoissa.

Ryhmä I. III.

117. Koekohdan viidestä tutkitusta koepuusta on vain yksi mitattu. Yhden puun kiekko oli jo mittauksia suoritettaessa kateissa, ja kolme kiekkoa hylättiin palorosojen, lustosulautumien tai lustojen epäselvyyden perusteella.

Ryhmän ainoa sarjapari, n:o 1, alkaa vuonna 1726. Siinäkin on nuorin vyöhyke, 30 lustoa käsittävä vuosijakso 1890—1919, täytynyt jättää mittaamatta lustojen epäsäännöllisyyden ja epäselvyyden takia. Sanotussa kohdassa on lustojen leveys keskimäärin 0.15 mm.

118. Kummassakin havaintosarjassa on tarkastettaessa tavattu toisarvoisia kohtia. Nämä kohdat sijaitsevat leikkauksen sisäosissa ja käsittävät 30—50 lustoa. Havaintojen epävarmuus on aiheutunut lustojen epäkeskeisyydestä ja aaltoilevaisuudesta. Tapaukset ovat seuraavat:

1.r : 1780—1819,
1.R : 1790—1839,
1.R : 1860—1889.

Vahingonmerkkejä ei koekohdan mitatussa kiekossa ole.

Ryhmä J. I.

119. Koekohdan tutkitut koepuut on järjestään kaikki mitattu. Ryhmä käsittää kuusi sarjaparia, jotka alkavat alla mainittuina vuosina:

vuonna 1824 n:o 1,
» 1825 n:ot 2, 4, 6,
» 1826 n:o 3,
» 1827 » 5.

Ryhmän havaintosarjat jatkuvat kaikki keskeytyksittä alkuvuodesta aineiston keräysvuoteen 1919.

120. Tarkastettaessa on $^1/_2$ havaintosarjoista ainakin osittain merkitty epävarmoiksi. Sarjat 4 ovat alusta loppuun asetetut hakasiin, toisissa tapauksissa käsittävät toisarvoiset kohdat tasaluvuin 30 à 40 lustoa. Kyseissä olevat vyöhykkeet sijaitsevat leikkauksien sisäosissa. Syynä havaintojen epävarmuuteen ovat oksat ja juuripönkät. Hakasiin asetetut vyöhykkeet ovat seuraavat:

3 : 1826—1869,
6.r : 1840—1879,
6.R : 1860—1889.

Koekohdan kiekkojen suhteen on tehty seuraavat vahinkoja koskevat merkinnät:

4 : palo 1826;
3 : 2 palorosoa 1869.

Ryhmä J. II.

121. Koekohdan kuudesta tutkitusta puusta on yksi hyljätty ison palohaavan takia. Ryhmän käsittämät viisi sarjaparia alkavat seuraavina vuosina:

vuonna 1772 n:o 6,
» 1775 n:ot 2, 3, 4,
» 1776 n:o 1.

Havaintosarjoista ei ole tarvinnut jättää mitään kohtia mittaamatta, joten sarjat jatkuvat alkuvuodesta loppuvuoteen 1919.

122. Tarkastettaessa on kussakin havaintosarjassa joku vyöhyke merkitty toisarvoiseksi. Epävarmat kohdat esiintyvät useimmiten kiekkojen kehäosissa. Näihin vyöhykkeisiin sisältyvien lustojen lukumäärä vaihtelee rajoissa 10—110. Syynä havaintojen epävarmuuteen ovat säännöllisesti juuripönkät. Kyseissä olevat tapaukset ovat luetellut alla:

6.R : 1792—1811; 1.R : 1810—1919, 3 : 1830—1909,
1. r : 1830—1919, 6. r : 1850—1919, 6.R : 1860—1919,
4 : 1870—1919, 2. r : 1890—1919, 2.R : 1910—1919.

Mitatussa aineistossa on vain yksi vahingonmerkki, nim. vähäinen paloroso vuoden 1864 lustossa leikkauksessa n:o 6.

Ryhmä J. III.

123. Koekohdalta on tutkittu kuusi puuta, joista yksi erittäin epäsäännöllisenä on jätetty mittaamatta. Ryhmään kuuluu näin ollen viisi sarjaparia, joiden alkuvuodet ovat seuraavat:

n:on 3 vuosi 1762,
» 4 » 1762,
» 2 » 1765,
» 5 » 1767,
» 1 » 1770.

Havaintosarjat jatkuvat keskeytyksittä alkuvuodesta aineiston keräysvuoteen 1919.

124. Tarkastettaessa on puolet havaintosarjoista osittain asetettu hakasiin. Toisarvoiset kohdat on tavattu osaksi leikkauksen keskustassa, osaksi kehällä. Vyöhykkeiden käsittämä lustomäärä vaihtelee rajoissa 25—100. Havaintojen epävarmuuden aiheuttajina ovat useimmiten juuripönkät. Tapaukset ovat seuraavat:

2 : 1765—1789,
1.R : 1770—1869,
3.R : 1840—1919,
3. r : 1850—1919.

Vahingonmerkkejä ei ole havaittu koekohdan mitatuissa kiekoissa.

Ryhmä J. IV.

125. Koekohdan viisi tutkittua koepuuta on kaikki mitattu. Ryhmän sarjaparit alkavat alla mainittuina ajankohtina:

vuonna 1645 n:o 2,
» 1646 n:ot 1, 3, 4, 5.

Ryhmän havaintosarjoista jatkuvat useimmat alkuvuodesta loppuvuoteen 1919. Kahdessa sarjaparissa on kapeahko vyöhyke täytynyt jättää mittaamatta, nim. sarjoissa 2 sisin kymmenisen lustoa käsittävä vuosijakso 1645—1655 ja sarjoissa 5 uloin 30 lustoa sisältävä vuosijakso 1890—1919. Edellisessä tapauksessa ei syytä havaintojen epävarmuuteen muistiinpanoissa mainita, jälkimmäisessä ovat syynä juuripönkät. Lustojen keskimääräinen leveys mittaamatta jätetyissä kohdissa on leikkauksessa n:o 2 $0.^{60}$ à $0.^{65}$ mm, leikkauksessa n:o 5 $0.^{15}$ mm.

126. Tarkastettaessa ovat havaintosarjat muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta varustetut hakasilla. Sarjat 3 ovat pitkin pituuttaan merkityt epävarmoiksi. Myöskin toisissa sarjoissa on hakasiin asetettujen lustojen lukumäärä erittäin huomattava, vaihdellen 90—140. Nämä toisarvoiset kohdat sijaitsevat useimmiten leikkauksen ulko-osissa. Havaintojen epävarmuuteen ovat melkein poikkeuksetta syynä juuripönkät. Hakasiin asetetut lustovyöhykkeet ovat seuraavat:

2.R : 1720—1839,
4.R : 1780—1919,
4.r : 1820—1919,
1 : 1830—1919.

Koekohdan kiekoissa ei ole huomattu minkäänlaisia vahingonmerkkejä.

Ryhmä J. V.

127. Koekohdalta on tutkittu viisi puuta. Näistä on yksi hyljätty kiekossa tavattujen lustosulautumien takia. Ryhmän neljä sarjaparia alkavat seuraavina vuosina:

n:o 2 vuonna 1656,
» 3 » 1669,
» 1 » 1709,
» 4 » 1728.

Vain sarjat 3 ja 4.r ulottuvat aukottomasti alkuvuodesta loppuvuoteen 1919. Leikkauksessa n:o 2 on parisenkymmentä lustoa käsittävä sisävyöhyke 1656—1678 jätetty mittaamatta lustojen epäkeskeisyyden takia. Leikkauksessa n:o 1 on 60 lustoa sisältävä vuosijakso 1709—1768 keskuksessa jäänyt mittaamatta oksan aiheuttaman epäselvyyden vuoksi. Sarja 4.R vihdoin katkeaa vuonna 1899, syystä että kyseissä olevan kiekon ulko-osissa on havaittu lustosulautumia. Lustojen keskimääräinen leveys mittaamatta jätetyissä kohdissa vaihtelee leikkauksissa n:ot 2 ja 1 rajoissa 0.20—0.35 mm ja on leikkauksessa n:o 4 0.15 mm.

128. Tarkastuksen yhteydessä on vain kahdessa sarjassa havaittu toisarvoisia kohtia. Hakasiin asetetut mittaustulokset ovat kiekkojen sisäosista. Kyseissä olevat vyöhykkeet käsittävät 20 à 30 lustoa. Havaintojen epävarmuus on toisessa tapauksessa aiheutunut oksan vaikutuksesta, toisessa jostakin mainitsematta jääneestä syystä. Toisarvoiset vyöhykkeet ovat:

4.r : 1790—1819,
3.R : 1830—1849.

Vahingonmerkkejä ei ole huomattu mitatuissa kiekoissa.

Ryhmä J. VI.

129. Koekohdan viidestä tutkitusta koepuusta on yksi hyljätty kiekossa esiintyvien palorosojen ja lustosulautumien takia. Ryhmän neljä sarjaparia alkavat seuraavina vuosina:

vuonna 1703 n:o 1,
» 1705 n:ot 2, 3,
» 1717 n:o 4.

Havaintosarjoista jatkuvat useimmat alkuvuodesta aineiston keräysvuoteen 1919. Vain sarjassa 1.r on leikkauksessa tavattujen lustosulautumien takia kaksi vähäistä kohtaa jätetty mittaamatta, nim. 6 lustoa sisältävä vuosijakso 1853—1858 ja 10 lustoa käsittävä vyöhyke 1910—1919. Lustojen keskimääräinen leveys on ensiksi mainitussa kohdassa 0.25 mm ja viimeksi mainitussa 0.65 mm.

130. Suurin osa havaintosarjoista on tarkastettaessa määrätyiltä kohdin merkitty toisarvoisiksi. Epävarmat kohdat sijaitsevat osittain leikkauksien sisäosissa, osittain kehällä. Näiden vyöhykkeiden käsittämä lustoluku vaihtelee rajoissa 20—150. Havaintojen epävarmuus on säännöllisesti johtunut juuripönkistä. Tapaukset ovat luetellut alla:

1.R : 1703—1749, 1. r : 1710—1729,
4.R : 1770—1919, 4. r : 1790—1919,
1. r : 1800—1852, 2. r : 1820—1919.

Koekohdan mitatuissa kiekoissa suoritettujen havaintojen perusteella on tehty seuraavat sattuneita vahinkoja koskevat muistiinpanot:

2 : palo 1852;
3 : palo 1826;
4 : palo 1826.

Ryhmä E. I.

131. Koekohdalta on tutkittu kuusi koepuuta. Näistä on yksi hyljätty kiekon lustojen erittäin huomattavan epäkeskeisyyden takia.

Ryhmän viisi sarjaparia alkavat alla mainittuina ajankohtina:

n:o 4 vuonna 1574,
» 5 » 1714,
» 1 » 1730,
» 2 » 1731,
» 6 » 1739.

Useimmat havaintosarjoista jatkuvat aukoitta alkuvuodesta loppuvuoteen 1919. Vain ryhmän kaksi vanhinta sarjaparia on täytynyt jättää alkupäistään epätäydellisiksi. Sarjoissa 4 on 35 lustoa sisältävä vyöhyke 1574—1608, sarjoissa 5 jälleen 15 lustoa käsittävä kohta 1714—1728 jätetty mittaamatta. Syynä tähän on ensiksi mainitussa tapauksessa ollut lustojen epäkeskeisyys, viimeksi mainitussa joku muistiinpanoihin merkitsemättä jäänyt seikka. Lustojen leveys mittaamatta jätetyissä kohdissa on keskimäärin 0.30 à 0.45 mm.

132. Sarjat ovat tarkastettaessa melkein poikkeuksetta joko kokonaisuudessaan tai osaksi merkityt epävarmoiksi. Sarjat 6 ovat alusta loppuun asetetut hakasiin. Epävarmojen kohtien sisältämä lustomäärä vaihtelee toisissa tapauksissa 10—130. Toisarvoiset vyöhykkeet sijaitsevat enimmäkseen kiekkojen keskiosissa. Syynä havaintojen hataruuteen on tavallisimmin lustojen epäkeskeisyys ja juuripönkät. Hakasiin asetetut vyöhykkeet ovat seuraavat:

4.r : 1609—1619, 4.R : 1609—1649,
5.R : 1729—1739, 1.R : 1730—1759,
1.r : 1730—1769, 2.r : 1740—1759,
2.R : 1740—1869, 2.r : 1780—1809,
2.r : 1820—1879, 1 : 1820—1919.

Tässä yhteydessä on vielä mainittava, että sarja 1.R ei ole mitattu suoraan ytimestä kehälle, määrättyä sädettä seuraten, vaan 2-osaista murtoviivaa myöten.

Koekohdan mitatuissa kiekoissa ei ole tavattu mitään vahingonmerkkejä.

Ryhmä E. II.

133. Koekohdan kuudesta tutkitusta koepuusta on neljä mitattu. Molemmat hyljätyt kiekot ovat juuripönkkien vaikutuksesta erittäin epäsäännölliset. Sitäpaitsi on toinen niistä (n:o 3) kuljetettaessa pahasti särkynyt, toisessa (n:o 5) jälleen on kasvu ulko-osissa kovin hidasta ja keskuksessa mittauksia häiritsevä oksa.

Ryhmän sarjaparit, jotka siis ovat luvultaan neljä, alkavat seuraavina vuosina:

n:o 2 vuonna 1554,
» 4 » 1579,
» 1 » 1653,
» 6 » 1704.

Puolet havaintosarjoista ulottuvat alkuvuodesta aineiston keräysvuoteen 1919. Leikkauksessa n:o 2 on sisin keskus 35:n vuosiluston leveydeltä, siis ajanjakso 1554—1588, jätetty mittaamatta lustojen epäsäännöllisyyden takia. Leikkauksessa n:o 4 ovat samaten keskiosat, nim. 60 lustoa käsittävä vuosijakso 1579—1638 ja 10 lustoa sisältävä vyöhyke 1660—1669, jätetyt mittaamatta, syystä että lustot näissä kohdin leikkausta ovat epäkeskeiset ja kierteiset. Lustojen keskimääräinen leveys mittaamatta jätetyissä kohdissa on leikkauksessa n:o 2 R-säteessä 0.75 mm ja r-säteessä 0.45 mm, leikkauksessa n:o 4 sitä vastoin vain 0.10 à 0.25 mm.

134. Tarkastettaessa on havaintosarjoista puolet määrätyiltä kohdin merkitty toisarvoisiksi. Hakasiin pantujen vyöhykkeiden lustomäärä vaihtelee tasaluvuin 10—80. Epävarmat kohdat sijaitsevat säännöllisesti leikkauksien keskiosissa. Havaintojen heikkouden ovat eri tapauksissa aiheuttaneet erilaiset epäsäännöllisyydet leikkauksissa. Hakasiin asetetut kohdat ovat seuraavat:

4.R : 1639—1649,
1.R : 1653—1679,
6.r : 1704—1779,
6.R : 1720—1739.

Koekohdan mitatuissa leikkauksissa ei vahingonmerkkejä lainkaan ole havaittu.

Ryhmä E. III.

135. Koekohdalta on kaadettu kuusi koepuuta, joista kuitenkin vain kaksi (n:ot 2 ja 3) ovat mäntyjä, loput kuusia. Kuuset ovat kaikki mitatut, mutta männyistä on toinen (n:o 3) hyljätty, syystä että sitä edustava kiekko juuripönkkien vaikutuksesta on erittäin epäsäännöllinen.

Ryhmän viisi sarjaparia alkavat alla mainittuina vuosina:

n:o 2	(mänty)	vuonna	1810,
» 1	(kuusi)	»	1729,
» 5	(»)	»	1790,
» 6	(»)	»	1793,
» 4	(»)	»	1815.

Vain kahden leikkauksen (n:oiden 2 ja 6) havaintosarjat ulottuvat keskeytyksittä sisimmästä lustosta uloimpaan, vuoden 1919 lustoon. Leikkauksissa n:ot 1, 5 ja 4 on kussakin sisin keskus eli vastaavasti vuosijaksot 1729—1788, 1790—1828 ja 1815—1824 jätetty mittaamatta. Havaintosarjojen aukkokohdat käsittävät siis 10—60 vuosilustoa. Nimenomainen syy aukkojen syntymiseen havaintosarjoihin on muistiinpanoissa mainittu vain leikkauksen n:o 4 suhteen, jossa oksa keskuksessa on mittauksia vaikeuttanut. Lustojen keskimääräinen leveys mittaamatta jätetyissä vyöhykkeissä on leikkauksessa n:o 1 0.10 à 0.15 mm, toisissa leikkauksissa 0.45 à 0.55 mm.

136. Tarkastettaessa ovat useimmat ryhmän havaintosarjoista joltakin kohdalta havaitut epävarmoiksi. Toisarvoisiksi merkityt lustovyöhykkeet esiintyvät parhaastaan leikkauksien ulko-osissa. Näihin vyöhykkeisiin sisältyvien lustojen määrä vaihtelee muutamasta lustosta 90:een. Havaintojen hataruus on pääasiallisesti juuripönkkien aiheuttama. Kyseissä olevat tapaukset ovat seuraavat:

2.R : 1823—1826,	2.R : 1910—1919,
6 : 1830—1919,	1.R : 1860—1869,
4.R : 1880—1889,	4. r : 1900—1919.

Vahingonmerkkejä ei ole huomattu koekohdan mitatuissa kiekoissa.

Ryhmä E. IV.

137. Koekohdalta on otettu kuusi koepuuta, joista kuitenkin vain yksi (n:o 5) on voitu mitata. Hyljätyistä kiekoista on yksi (n:o 3) erittäin epäkeskeinen ja toiset neljä juuripönkkien takia kovin epäsäännöllisiä. Yhdessä viimeksi mainituista (n:ossa 4) on sitäpaitsi palorosoja.

Ryhmän ainoa sarjapari, n:o 5, alkaa vuonna 1725 ja jatkuu aukoitta aineiston keräysvuoteen 1919.

138. Tarkastuksen yhteydessä on havaintosarjassa 5.R kuutisenkymmentä vuosilustoa käsittävä vyöhyke 1780—1835 sarjan keskiosissa merkitty toisarvoiseksi. Syynä havaintojen epävarmuuteen ovat kyseissä olevassa kiekossa esiintyvät juuripönkät.

Sarja 5.r on mitattu murtoviivaa myöten eikä määrättyä sädettä seuraten.

Mitatussa kiekossa ei ole vahingonmerkkejä havaittu.

Ryhmä E.V.

139. Koekohdan kuudesta tutkitusta koepuusta on vain kolme mitattu. Kahden puun kiekot (n:ot 3 ja 4) on hyljätty, syystä että lustot niissä ovat kovin epäkeskeiset, kolmannen kiekko (n:o 5) sen takia, että siinä juuripönkät pahasti häiritsevät mittauksia.

Ryhmän kolme sarjaparia alkavat seuraavina ajankohtina:

n:o 1 vuonna 1778,
» 6 » 1784,
» 2 » 1785.

Useimmat havaintosarjoista ulottuvat alkuvuodesta aineiston keräysvuoteen 1919. Leikkauksessa n:o 2 on sisin kymmenisen lustoa käsittävä vyöhyke 1785—1793 jätetty mittaamatta, syystä että leikkauksen keskus 2-sydämisenä on epämääräinen. Lustot mittaamatta jätetyssä kohdassa ovat erittäin leveät, keskimäärin 1.15 à 1.35 mm.

140. Tarkastettaessa on puolet havaintosarjoista osittain merkitty toisarvoisiksi. Epävarmojen vyöhykkeiden sisältämä lustomäärä on tasaluvuin 20 à 80. Toisarvoiset kohdat on osittain tavattu kiekkojen keskuksessa, osittain kehäosissa. Havaintojen epävarmuuteen ovat eri tapauksissa syynä erilaiset epäsäännöllisyydet leikkauksissa. Hakasilla varustetut kohdat ovat seuraavat:

1.r : 1778—1794,
2.R : 1800—1829,
2 : 1840—1919.

Kulon tai muun vahingon merkkejä ei koekohdan mitattujen puiden kiekoissa ole tavattu.

Havaintosarjojen erittely.

141. Jaksoittaisia vaihteluita osoittavien aikasarjojen tutkiminen on yleensä erittäin monimutkainen, runsaasti aikaa ja työtä vaativa tehtävä. Esillä olevassa tutkimuksessa on tätä tehtävää — aineiston erikoisen laadun ohella — lisäksi vaikeuttanut käsiteltävien havaintosarjojen pituus ja runsaus.

Tarkastettuja kasvusarjoja eriteltäessä on sovellettu erilaisia, enimmäkseen varsin isotöisiä laskennollisia ja piirustuksellisia menetelmiä. Tutkimuksen tässä osassa rajoitutaan kuitenkin käsittelemään erästä suhteellisen vähätöistä menetelmää, jonka käyttämiseen tekijä pitkäaikaisten kokeilujen jälkeen on johtunut.

Tutkimus on kohdistettu peräkkäisten vuosien lustoleveyden tarkastamiseen eli t.s. alkuperäisistä kasautuvista mittaussarjoista johdettujen erotussarjojen (R, r) erittelemiseen (79).

142. Yleiskatsauksen saamiseksi kyseissä olevien sarjojen kulusta on aineisto kokonaisuudessaan esitetty havainnollisesti. Kunkin leikkauksen sarjoille on tällöin varattu oma taulu, johon molemmat sarjat — kahta koordinaatistoa käyttäen — ovat piirretyt allekkain. Abskissalle on asetettu peräkkäiset vuodet 2 mm:n etäisyydelle toisistaan, ordinaatalle eri vuosien lustoleveydet mittakaavassa 20 : 1. Täysien 10-lukujen kohdalle on piirretty ordinaatta ja sen yläpäähän merkitty vastaava vuosiluku. Havaintosarjojen aukkokohtiin on katkonaisella viivalla kuvattu lustojen keskimääräinen leveys kyseissä olevana kautena. Sarjojen hakasiin asetetut osat ovat osoitetut abskissan alle vedetyin viivoin. Kukin piirustus on tietenkin varustettu esitettyä sarjaa edustavalla merkinnällä.

Piirustukset ovat osoittautuneet tarkoitustaan täysin vastaaviksi ja niissä noudatetut mittakaavat erittäin käytännöllisiksi. Taulujen tavallisin (ja samalla pienin) korkeus on 14 cm, nousten eräissä aineistoissa korkeintaan 30 cm:iin. Taulujen pituus vaihtelee 16—84 cm, kohoten kuitenkin vain poikkeustapauksissa yli 56 cm:n. Pituudeltaan sanotun

rajan ylittävät taulut ovat taitetut kokoon. Näin ollen on kyseissä oleva *alkeistaulusto* kokonaisuudessaan mukavasti voitu säilyttää 3 × 31 × 57 cm:n kokoisessa kotelossa.

143. Alkeistaulujen järjestelmällinen tarkastelu ja vertailu keskenään on yksityiskohtia myöten tutustuttanut tutkijan käsiteltävään aineistoon. Tällöin tehdyistä havainnoista otettakoon tässä yhteydessä kuitenkin ohimennen puheiksi vain sellaiset seikat, jotka ovat omiaan selittämään käytettyä tutkimusmenetelmää.

Alkeissarjojen piirustuksia koekohdittain toisiinsa verrattaessa — jaksoittaisiin vaihteluihin aluksi lainkaan huomiota kiinnittämättä — on todettu kasvuviivojen yleisiä piirteitä silmällä pitäen useimmiten hyvin sopeutuvan toisiinsa. Enimmissä tapauksissa havaintosarjojen tunnusomainen kehitys määrättyinä ajanjaksoina selvästi yhdistää samaa koekohtaa edustavat sarjat toisiinsa.[1] Sanottu koskee tietenkin sarjojen *suhteellista* kehitystä.

Huomattava kuitenkin on, että samojen ryhmien havaintosarjat toiselta puolen usein osoittavat myöskin selvästi erilaisen (suhteellisen) kehityskulun. Melkoisia eroavaisuuksia voidaan monesti havaita jopa saman leikkauksen kumpaakin kasvusarjaa keskenään verrattaessa.

144. Jo alkeissarjojen piirustuksien perusteella voidaan päättää tutkittujen puiden kasvun seuraavan eripitkiä aikakautisia vaihteluita. Niinpä aikaisemmin toisessa aineistossa todetut suunnilleen 10-vuotiset vaihtelut (**3**) nytkin ovat selvästi havaittavissa. Näiden vaihteluiden ohella huomataan havaintosarjoissa 2, 3 à 4 ja 6 à 8 kertaa pitempiä samanluontoisia vaihteluita. Sitäpaitsi näyttävät kasvun muutokset vuodesta vuoteen noudattavan aivan lyhytaikaisia, 2- à 3-vuotisia heilahduksia. Näitä viimeksi mainittuja vaihteluita ei kuitenkaan tässä tutkimuksessa ole tarkoituksena selvitellä.

Kyseissä olevat eripitkät vaihtelut eivät ilmeisestikään ole periodiset sanan matemaattisessa merkityksessä, t.s. ne eivät toistu täsmälleen saman pituisina eivätkä liioin yhtä voimakkaina. Jakson pituus tuntuu kulloinkin vahvanlaisesti vaihtelevan, ja jakson amplitudi (**151**) on tietenkin — ainakin suuresti katsoen — riippuvainen kasvun yleisestä kulusta puun eri ikäkausina (**1**).

[1] Poikkeuksena on mainittava ryhmä I.I, jonka useimpien sarjojen orientointi päätevuoteen (1919) nähden ilmeisesti on väärä. Todennäköisen virheen suuruus on erilainen eri sarjoissa, nousten kuitenkin korkeintaan 10 v:een. Kyseissä olevien kiekkojen mittaamatta jätetyt kehäosat ovat olleet erittäin hankalat käsitellä.

Myöskin voidaan huomata, että eripitkien vaihtelukausien väliset voimasuhteet eri tapauksissa ovat varsin erilaiset. Toisinaan ovat määrätyt vaihtelut selvästi vallitsevina, toisinaan jälleen toiset, ja paikoin ei vaihteluita lainkaan voida havaita. Eroavaisuuksia saatetaan panna merkille sekä eri aineistoja toisiinsa rinnastettaessa että saman aineiston havaintosarjoja keskenään verrattaessa. Monesti ovat puheina olevat suhteet erilaiset myöskin saman sarjan eri osissa.

145. Esitetystä seuraa, että käsiteltävää aineistoa ei käy tutkiminen (ehkä hyvinkin eriluontoisia) havaintosarjoja sokeasti keskiarvoiksi yhdistämällä. Tällainen menettely olisi ehdottomasti omiaan hävittämään sarjoista juuri ne piirteet, joita on tarkoituksena selvitellä. Jos mieli päästä havaintosarjojen jaksollisuuden jäljille, on välttämättä noudatettava aivan päinvastaista menetelmää, t.s. tutkimus on rakennettava edustavien yksityistapauksien erittelylle.

Sanotut näkökohdat huomioon ottaen onkin seuraavassa esitettävä tarkastelu toimitettu edustavien havaintosarjojen selväpiirteisimpiä osia yksityiskohdittain erittelemällä.

Sopivia sarjoja yksityiskohtaista erittelyä varten valittaessa on kulloinkin koekohtaa edustava aineisto kokonaisuudessaan otettu huomioon. Kyseissä olevien koepuiden ulkonaisiin tunnuksiin, kuten esim. puun kokoon, asemaan metsikössä tai sädekasvun voimakkuuteen, ei tällöin mitään huomiota ole kiinnitetty. Eriteltävien sarjojen valinta on suoritettu kasvusarjoja esittävien piirustuksien avulla, kulloinkin havaittavien monivuotisten vaihteluiden selvyyttä silmällä pitäen.

146. Yksityiskohdin eriteltäviä sarjojen osia määrättäessä on toisarvoisiksi merkittyjä kohtia vältetty vain sellaisissa tapauksissa, joissa hakasien käytön aiheuttaneet syyt — esim. lustojen huomattava epäkeskeisyys tai leikkauksen erikoinen (esim. juuripönkkien aiheuttama) säännöttömyys — ilmeisesti ovat vaikuttaneet häiritsevästi kulloinkin kyseissä olevien vaihteluiden esiintymiseen.

Sarjojen toisarvoisten kohtien huomioon ottaminen kävi piirustuksia erittelyn yhteydessä keskenään verrattaessa helposti päinsä, syystä että tällaiset kohdat, kuten jo aikaisemmin (**142**) on mainittu, alun alkaen olivat piirustuksiin merkityt.

Selvyyden vuoksi on ehkä huomautettava siitä, että hakasiin kytketyt havainnot eivät suinkaan *a priori* ole katsottavat arvottomiksi. Noudatettu merkintä näyttää vain, että kyseissä oleviin havaintoihin on suhtau-

I. erittely: B.I.I.r, 1790—1880.

Maks.	0.60		[1795]			
		0.35		7		
Min.	0.25		1802		13	
		0.15		6		
Maks.	0.40		1808			12
		0.25		6		
Min.	0.15		1814		13	
		0.65		7		
Maks.	0.80		(1821)			10
		0.75		3		
Min.	0.05		(1824)		7	
		0.50		4		
Maks.	0.55		(1828)			8
		0.45		4		
Min.	0.10		(1832)		11	
		0.65		7		
Maks.	0.75		1839			12
		0.55		5		
Min.	0.20		(1844)		9	
		0.55		4		
Maks.	0.75		(1848)			8
		0.50		4		
Min.	0.25		(1852)		12	
		1.05		8		
Maks.	1.30		1860			15
		1.00		7		
Min.	0.30		(1867)		11	
		0.30		4		
Maks.	0.60		(1871)			
Keskimäärin ...	0.55		—	5.4	10.9	10.8

duttava varovaisesti. Näiden (sarjojen ja) sarjojen osien arvo on tietenkin erilainen riippuen niiden kysymyksien laadusta, joihin aineiston avulla haetaan vastausta. Havaintojen käyttökelpoisuus on näin ollen ratkaistava *in casu* saman koekohdan toisia sarjoja vertausaineistona käyttäen.

147. Eriteltäviksi valitut sarjojen osat ovat — kulloinkin kyseissä olevaa vaihtelukautta silmällä pitäen — käsivaraisesti tasoitetut alkeistauluun **(142)** kiinnitetylle läpinäkyvälle paperille. Samalle paperille on tämän jälkeen jäljennetty vastaava tasoittamaton sarjan osa sekä muut tarpeelliset osat alkuperäisestä piirustuksesta.

Tasoitetun kohdan analysointi on suoritettu ennen apupaperin irroit-

tamista alustasta, alkeistaulun millimetrijaoitusta apuna käyttäen. Tällöin on järjestyksessä merkitty muistiin tasoitetun käyrän peräkkäisten ääriarvojen ajankohdat ja suuruudet. Näiden lukujen perusteella ovat sittemmin varsinaiset erittelyt laaditut, edelliselle sivulle painetun näytteen mukaisesti.[1]

Erittelytulokset ovat käytännöllisistä syistä esitetyt otsakkeettomina ja viivoittamattomina yhdistelminä. Noudatettu kaava vaatii näin ollen jonkun sanan selitykseksi.

Yhdistelmän ensimmäisen sarekkeen lyhennykset tarkoittavat tietenkin erinimisiä ääriarvoja, *maks.* maksimia ja *min.* minimiä. Kymmenysluvut yhdistelmän toisessa sarekkeessa näyttävät ääriarvojen (tasoitetusta käyrästä luetut) suuruudet mm:issä, kymmenysluvut kolmannessa sarekkeessa peräkkäisten erinimisten ääriarvojen erotuksien absoluuttiset suuruudet niin ikään mm:issä. Vuosiluvut neljännessä sarekkeessa osoittavat ääriarvojen ajankohdat. Viidenteen sarekkeeseen on merkitty peräkkäisten erinimisten ääriarvokohtien etäisyydet toisistaan vuosissa, kuudenteen peräkkäisten maksimien ja seitsemänteen peräkkäisten minimien välillä kuluneet aikamäärät vuosissa.

Hakasien ja sulkusien merkitys yhdistelmässä selitetään edempänä toisessa yhteydessä (**163**).

Keskimäärät erittelyn viimeisellä vaakarivillä eivät erikoisia selityksiä kaivanne.

148. Tutkimuksen tuloksia selvittelevissä seuraavissa luvuissa tarkastellaan männyn paksuuskasvun monivuotisia vaihteluita juuri puheina olleiden erittelyiden avulla.

Huomio tulee tässä ensi sijassa kiinnitettäväksi eri vaihtelukausien pituuteen. Samalla kohdistuu käsittely tietenkin myös toisaalti näiden kausien ääriarvojen ajankohtiin, toisaalti vaihteluiden voimakkuuteen.

[1] Viimeisteltyyn asuun laaditut erittelyt jätetään painatuskustannuksien supistamiseksi tässä yhteydessä julkaisematta.

TUTKIMUSTULOKSET.

Johdanto.

149. Kasvun monivuotisten vaihteluiden selvittelemistä varten varattu aineisto (**147**) käsittää kokonaisuudessaan 108 erittelyä. Erittelyistä edustaa 57 suomaita ja 51 kankaita.

Lähtökohdaksi aineistoa käsittelemään ryhdyttäessä on sopivinta valita vaihteluiden pituus. Erittelyittäin lasketut keskimääräiset jakson pituudet liikkuvat rajoissa 7—81 v. Tästä laajasta vaihtelusta huolimatta jakautuu aineisto jakson keskipituuden perusteella luontevasti neljään ryhmään. Tämä käy ilmi I taulukosta, jossa kutakin erittelyä edustava arvo kulloinkin on saatu laskemalla keskimäärä maksimeista ja minimeistä johdetuille jakson pituuksille. Taulukossa ovat suomaita ja kankaita edustavat arvot esitetyt erillään toisistaan ja jakson pituudet kulloinkin luetellut suuruutensa mukaisessa järjestyksessä.

Äsken mainitut neljä ryhmää erottautuvat selvästi toisistaan. Eri ryhmissä vaihtelee jakson pituus, molemmat kasvupaikat yhteensä huomioon ottaen, rajoissa $6.^{90}$—$13.^{10}$, $16.^{75}$—$24.^{50}$, $31.^{00}$—$40.^{25}$ ja $67.^{00}$—$80.^{75}$ v. Vaihteluvälit käsittävät siis vastaavasti tasaluvuin 6, 8, 9 ja 14 v. Jakson keskipituus eri ryhmissä on järjestyksessä $10.^{00}$, $20.^{64}$, $36.^{04}$ ja $73.^{34}$ v.

Aineistoa seuraavassa yksityiskohdittain tarkasteltaessa on käsittely jäsennelty tässä toimitetun ryhmäjaon mukaisesti. Edempänä selviävistä syistä puhutaan tällöin kuitenkin — eri ryhmille saaduista keskipituuksista jonkun verran poiketen — *kasvun (7- ja) 11-, 21-, 35- ja 70-vuotisista vaihteluista.*

Eripitkiä vaihteluita ja eri kasvupaikkoja edustavien erittelyiden lukumäärä on ilmoitettu puheina olleen taulukon viimeistä edellisessä sarekkeessa.

Liitetauluina tutkimuksen lopussa on esitetty valikoima erittelyiden piirustuksia, järjestettyinä vaihtelukauden pituuden ja koepuun kasvupaikan mukaisesti.

150. Edempänä ovat eripitkät vaihtelut käsitellyt eri luvuissa. Lopuksi on esitetty lyhyt katsaus tutkimuksen tärkeimpiin tuloksiin.

I taulukko.

Kasvun monivuotisten vaihteluiden keskimääräiset jakson pituudet erittelyistä johdettuina.

	Kasvupaikka.	Jakson pituus vuosissa.	Erittelyiden lukumäärä.	Jakson pituus keskimäärin, v.
I	Suomaat	6.90, 8.00, 8.10, 8.70, 8.95, 9.25, 9.30, 9.40, 9.40, 9.80, 9.85, 10.60, 10.65, 10.80, 10.85, 10.90, 11.00, 11.05, 11.40, 11.90, 13.10	21	10.00
	Kankaat	7.95, 8.15, 8.20, 8.25, 8.30, 8.35, 8.80, 9.10, 9.20, 9.80, 9.90, 10.05, 10.10, 10.25, 10.45, 10.60, 10.65, 10.65, 10.80, 10.95, 11.55, 11.85, 11.90, 12.15, 12.25	25	10.01
			46	10.00
II	Suomaat	18.35, 18.50, 19.00, 19.25, 19.25, 19.50, 19.80, 20.00, 20.00, 20.50, 20.65, 21.50, 21.85, 22.15, 23.50, 23.75	16	20.47
	Kankaat	16.75, 19.80, 19.85, 20.40, 20.50, 20.65, 21.10, 21.35, 22.10, 22.65, 24.50	11	20.88
			27	20.64
III	Suomaat	33.50, 33.50, 35.30, 35.75, 37.00, 37.50, 38.00, 38.00, 39.00, 39.50, 39.50	11	36.96
	Kankaat	31.00, 31.25, 33.00, 33.50, 34.25, 34.50, 34.80, 36.50, 38.25, 39.00, 40.25	11	35.12
			22	36.04
IV	Suomaat	67.00, 69.00, 72.00, 72.00, 72.00, 72.25, 74.00, 77.50, 80.75	9	72.94
	Kankaat	71.75, 71.90, 75.25, 78.00	4	74.23
			13	73.34

Eripitkiä vaihteluita erikseen käsittelevissä luvuissa on erittelyn juoni suuresti katsoen sama. Esitys on pitkin matkaa nojattu eri seikkoja selvitteleviin taulukoihin, jotka tekotavaltaan eri luvuissa kulloinkin vastaavat toisiaan. Toistamisien välttämiseksi varsinaisen käsittelyn yhteydessä tehtäköön näin ollen jo tässä eräitä erilaisiin taulukoihin kohdistuvia yleisiä huomautuksia.

Ohimennen mainittakoon ensin, että suomaita ja kankaita koskevat tiedot yleensä ovat esitetyt erillään toisistaan. Näin on tehty osittain laajan aineiston käsittelyn helpottamiseksi, osittain eräänlaiseen työhypoteesiin perustuen — onhan *a priori* todennäköistä, että kasvun vaihtelut osoittautuvat erilaisiksi kyseissä olevilla, kosteussuhteiltaan kovin erilaisilla kasvupaikoilla.

151. Kunkin luvun alussa ovat kulloinkin kyseissä olevia vaihteluita koskevat erittelyt numerojärjestystä noudattaen luetellut kahdessa taulukossa, joista toinen käsittää suomaita, toinen kankaita edustavat havaintosarjat.

Näissä johdannollisissa taulukoissa on erittelyn järjestysnumeron ja sarjan merkinnän ohella ensin esitetty erittelyn käsittämä ajanjakso, sen jälkeen erikseen maksimeista ja erikseen minimeistä laskettu jakson keskimääräinen pituus, sitten puolijakson pituuden vaihteluväli ja keskimäärä sekä lopuksi jakson amplitudin vaihteluväli ja keskimäärä.

Nimitys *puolijakso* tarkoittaa tässä etäisyyttä kahden peräkkäisen erinimisen ääriarvon välillä, nimitys *amplitudi* kahden tällaisen ääriarvon erotuksen absoluuttista arvoa.

152. Lähinnä seuraaviin taulukoihin on koottu erittelyissä esiintyvät jakson ja puolijakson pituuden mittaluvut. Erittelyissä hakasiin asetettuihin kohtiin (**147**) rajoittuvat tapaukset ovat tällöin epävarmoina jätetyt huomioon ottamatta.

Kasvun 21-, 35- ja 70-vuotisia vaihteluita koskevissa taulukoissa on tarkastettu kumpaakin puolijaksoa — t.s. etäisyyttä maksimista minimiin ja minimistä maksimiin — myöskin erillään toisistaan.

Jakautumissarjat ovat kulloinkin esitetyt erikseen suomaille ja kankaille sekä aineistolle kokonaisuudessaan. Tilan säästämiseksi ovat jakautumissarjat osittain julkaistut jonkun verran kokoonpuristetussa muodossa, mutta ovat keskimäärät näissäkin tapauksissa lasketut alkuperäisiä, yhdistämättömiä jakautumissarjoja apuna käyttäen.

153. Järjestyksessä seuraava, vaihteluiden amplitudia selvittelevä taulukko osoittaa niin ikään erikseen suomaita, kankaita ja kasvupaikkoja yhteensä koskevat tiedot. Tässäkin taulukossa ovat erittelyissä hakasilla varustettuihin kohtiin rajoittuvat tapaukset jätetyt mukaan ottamatta. Keskimäärät ovat johdetut yhdistämättömien jakautumissarjojen avulla.

154. Seuraavat kaksi (tai kolme) taulukkoa ovat omistetut ääriarvokohtia ryhmiteltäessä saaduille tuloksille. Sanonta *ääriarvokohtien ryhmittely* tarkoittaa tässä kasvun vaihteluiden yksityiskohtaista tutkimista varten noudatettua puolittain piirustuksellista menetelmää. Tämä menetelmä on kohdistunut lähinnä aineiston yhtenäisyyden tarkastamiseen, vaihteluiden säännöllisyyden selvittelemiseen sekä keskimääräisten ääriarvokohtien ja vaihtelukauden keskipituuden määräämiseen. Ryhmittely on kulloinkin suoritettu kummallekin kasvupaikalle yhteisesti, koko aineiston ääriarvokohdat huomioon ottaen.

Ryhmittelyyn ryhdyttäessä ovat aluksi havaintokauden käsittämät vuosiluvut merkityt ruudulliselle paperille järjestyksessä jäljekkäin ja allekkain siten, että kullekin vaakariville on tullut ryhmittelyn perustaksi valittu lukumäärä vuosia. *Ryhmittelyn perustana* on käytetty lukuja, jotka kulloinkin likipitäen vastaavat joko vaihtelukauden keskipituutta tai sen määrättyä monikertaa. Tämän jälkeen on vaakarivien väliin jätettyihin aukeamiin vuosilukujen alle vierekkäin merkitty niiden kohdalle sattuneet havainnot. Tällöin ovat eri koekohtia edustavat tiedot erotetut toisistaan eri värejä ja erilaisia merkkejä käyttäen; maksimit ovat osoitetut pienellä punaisella, minimit pienellä sinisellä lisämerkinnällä. Lopuksi ovat kutakin koekohtaa edustavat, suunnilleen ryhmittelyn perustana olevan vuosimäärän (tai sen monikerran) etäisyydellä toisistaan sijaitsevat samannimiset ääriarvot yhdistetyt toisiinsa, maksimit punaisilla ja minimit sinisillä viivoilla.

Näin saadut viivat muodostavat — edellyttäen että aineisto vaihtelukauden pituuteen ja samannimisten ääriarvojen sattumisaikaan nähden on jotakuinkin yhtenäistä — toisistaan selvästi erottautuvia, erivärisiä, yhdensuuntaisia vyöhykkeitä. Nämä *vyöhykkeet* asettuvat *pystysuoraan* asentoon, jos ryhmittelyn perustaksi otettu ajanjakso todella tarpeeksi läheltä vastaa vaihtelukauden keskipituutta (tai sen määrättyä monikertaa). Sitä vastoin vyöhykkeet *taittuvat* eli poikkeavat pystysuorasta asennosta alhaalta lukien vasempaan tai oikeaan, jos perustana käytetty ajanjakso on vastaavasti liian lyhyt tai liian pitkä.

Kun esitettyjen merkkien avulla oli löydetty ryhmittelyn perustaksi

sopivin ajanjakso, suoritettiin ryhmittelyn *vyöhykejako* erottamalla vyöhykkeet suoraviivaisesti toisistaan. Vyöhykkeiden rajat koetettiin vetää siten, että täten syntyvän teoreettisen ja todellisuudessa havaitun järjestelmän väliset poikkeukset muodostuivat mahdollisimman pieniksi. Aluksi silmävaraisesti valitut rajaviivat siirrettiin sittemmin tarpeen vaatiessa laskelmien tuloksien osoittamaan suuntaan.

155. Ryhmittelyn tuloksia osoittava ensimmäinen taulukko ei kaivanne pitkiä selityksiä. Taulukko näyttää kulloinkin toimitetun vyöhykejaon sekä havaintojen sijoittumisen näin saatuun teoreettiseen järjestelmään. Tilan säästämiseksi ovat havaitut vuosiluvut osoitetut vain kahdella numerolla; näihin lukuihin liittyvät eksponentit tarkoittavat tapauksien lukumäärää.

Toisessa taulukossa (tai toisissa taulukoissa) ovat ensinnäkin teoreettiset ja havaitut keskimääräiset ääriarvokohdat — vastaavasti α ja β — verratut toisiinsa. Sitäpaitsi on esitetty (monikertaisen jakson,) jakson ja puolijakson keskipituudet.

Erotus $\alpha-\beta$ osoittaa siis havaintojen perusteella lasketun »todellisen» ääriarvokohtien keskuksen poikkeuksen vastaavasta tasoittavan järjestelmän avulla johdetusta »teoreettisesta» keskuksesta.

Ääriarvojen ajankohtien laskettua keskimäärää (β) osoittavassa sarekkeessa ovat vain yhden tapauksen perusteella saadut vuosiluvut asetetut hakasiin. Erotusta $\alpha-\beta$ sekä (monikertaisen jakson,) jakson ja puolijakson pituutta osoittavissa sarekkeissa ovat hakaset osittain äsken mainittujen tapauksien, osittain aukkojen aiheuttamat. Keskimääräinen erotus $\alpha-\beta$ on laskettu jättämällä hakasiin asetetut arvot huomioon ottamatta. Hakasilla varustetut arvot ovat niin ikään jätetyt pois (monikertaisen jakson,) jakson ja puolijakson keskipituutta määrättäessä. Hakasiin asetetut luvut mukaan ottaen lasketut vastaavat keskimäärät ovat useimmiten mainitut tekstissä taulukoiden sisältöä selviteltäessä.

156. Kahdessa seuraavassa taulukossa on erikseen suomaille ja kankaille esitetty vaihteluiden toisiaan vastaavat ääriarvot eri koekohdilla. Taulukoihin ei ole otettu erittelyissä hakasilla varustettuja kohtia.

Vertailujen helpottamiseksi ovat vaakarivit numeroidut yhtenäisellä tavalla kummassakin taulukossa. Nyt puheina olevissa taulukoissa on ääriarvojen sijoitus eri riveille muuten sama kuin ryhmittelyn tuloksia esittävissä taulukoissa, paitsi että eräitten poikkeuksellisten (varsinaisen käsittelyn yhteydessä mainittavien, ääriarvokohtiensa suhteen käänteis-

ten) havaintosarjojen maksimit ovat ensiksi mainituissa taulukoissa asetetut riviä alemmaksi kuin viimeksi mainituissa.

157. Toisiaan vastaavia ääriarvoja eri koekohdilla osoittavien taulukoiden jälkeen on esitetty yhdistelmä, joka näyttää ääriarvoja ryhmiteltäessä noudatetusta järjestelmästä eniten poikkeavat havainnot.

Koekohdat ovat yhdistelmässä mainitut taulukoissa käytettyä järjestystä seuraten. Vuosilukujen jälkeen sulkusiin suljetut merkinnät osoittavat kulloinkin poikkeuksen suunnan ja suuruuden.

158. Viimeisessä taulukossa ovat kasvun vaihteluiden keskimääräiset ääriarvokohdat ja jakson pituudet suomailla ja kankailla verratut toisiinsa.

Taulukossa ovat vain yhden tapauksen varassa olevat ajankohdat asetetut hakasiin, samaten tällaisiin tapauksiin perustuvat erotukset eri kasvupaikkoja edustavien lukujen välillä *(a—b)* sekä jakson pituudet. Keskimääriä laskettaessa ovat hakasilla varustetut luvut jätetyt huomioon ottamatta. Hakasiin asetetut arvot mukaan ottaen saadut tulokset ovat useimmiten mainitut tekstissä.

Kasvun 7-vuotiset ja 11-vuotiset vaihtelut.

159. Sädekasvun 11-vuotisia vaihteluita koskevat erittelyt ovat luetellut II ja III taulukossa **(151)**. Ensiksi mainittu taulukko käsittää suomaita, viimeksi mainittu kankaita edustavat havaintosarjat.

Tutkitut ajanjaksot käsittävät suomaihin kohdistuvissa erittelyissä 50—110 v., kankaihin kohdistuvissa 50—140 v. Kummassakin ryhmässä ulottuvat eritellyt kaudet kokonaisuutena tarkastaen yli kolmen vuosisadan, 1600-luvun alkupuolelta 1900-luvun alkupuolelle.

Jakson keskipituus vaihtelee suomaita koskevissa erittelyissä maksimeista laskien rajoissa 7.0—13.0 v., minimeistä laskien rajoissa 6.8—13.2 v., ollen kaikki erittelyt huomioon ottaen keskimäärin vastaavasti 9.97 ja 10.02 v. Kankaita edustavissa erittelyissä liikkuu tarkastetun jakson keskipituus maksimeista johdettuna arvoissa 8.1—12.5 v., minimeistä määrättynä arvoissa 7.7—12.0 v., ja kaikki erittelyt mukaan lukien saadaan keskimääräksi vastaavasti 10.02 ja 10.00 v. Ottamalla huomioon sekä maksimeista että minimeistä johtuneet keskimäärät saadaan jakson pituuden yleisarvoksi suomailla 10.00 v. ja kankailla 10.01 v.

Puolijakson keskipituus on suomaita edustavissa erittelyissä 3.5—6.6 v., kankaita edustavissa 4.1—6.1 v. Laskemalla keskiarvo kummallekin ryhmälle kokonaisuudessaan saadaan vastaavasti 5.03 ja 5.00 v., joten siis puolijaksosta johdettu jakson pituus on suomailla 10.06 v. ja kankailla 10.00 v.

Jakson amplitudin vaihteluväli on useimmissa havaintosarjoissa huomattavan suuri. Niinpä sekä suomailla että kankailla $^2/_3$ erittelyistä ovat sellaisia, joissa vaihteluvälin laajuus on vähintään 0.5 mm ja $^1/_5$ erittelyistä sellaisia, joissa vaihteluväli nousee yli arvon 1.0 mm. — Amplitudin keskisuuruus liikkuu suomaita edustavissa havaintosarjoissa arvoissa 0.21—0.79 mm, kankaita edustavissa arvoissa 0.23—0.80 mm, ollen keskimäärin vastaavasti 0.39 ja 0.43 mm.

II taulukko.

Erittelyt kasvun 11-vuotisista vaihteluista suomailla.

Erittelyn n:o.	Sarjan merkintä.	Tutkittu ajanjakso.	Jakson pituus		Puolijakson pituuden		Jakson amplitudin	
			maksimeista, v.	minimeistä, v.	vaihteluväli, v.	keskimäärä, v.	vaihteluväli, mm.	keskimäärä, mm.
1	B.I.1.r	1790—1880	10.9	10.8	3—8	5.4	0.15—1.05	0.55
5	B.II.13.R	1760—1840	9.5	9.3	3—8	4.8	0.10—0.45	0.23
6	B.II.16.R	1820—1900	12.0	11.8	3—9	6.0	0.10—0.35	0.24
9	B.III.8.r	1690—1760	10.0	9.6	3—7	5.0	0.10—0.45	0.31
10	B.III.2.R	1700—1790	11.3	11.5	4—9	5.6	0.05—1.55	0.46
11	B.III.28.R	1810—1880	10.4	10.8	3—8	5.5	0.15—1.05	0.53
12	B.III.38.R	1820—1880	10.8	10.5	4—7	5.2	0.20—1.85	0.79
19	B.IV.19.R	1810—1920	11.1	11.0	3—8	5.6	0.05—0.55	0.28
35	A.V.6.r	1700—1770	8.1	8.1	3—6	4.1	0.15—0.55	0.33
36	A.V.1.r	1800—1850	10.0	9.7	4—6	4.9	0.05—0.50	0.30
37	A.V.3.R	1820—1880	7.0	6.8	2—4	3.5	0.10—0.70	0.37
45	L.I.3.r	1610—1670	11.0	11.0	4—7	5.5	0.10—0.35	0.21
46	L.I.6.r	1680—1780	10.9	10.9	3—8	5.4	0.05—0.60	0.26
47	L.I.2.R	1770—1820	10.3	11.3	3—7	5.3	0.20—0.55	0.38
54	I.I.4.r	1740—1840	13.0	13.2	4—10	6.6	0.15—1.40	0.55
59	I.III.1.R	1770—1840	7.9	8.1	2—6	4.1	0.10—0.95	0.33
67	J.III.3.R	1760—1870	9.3	9.3	2—8	4.8	0.10—2.35	0.79
68	J.III.1.r	1820—1920	8.6	8.8	3—8	4.4	0.05—0.80	0.32
78	J.V.4.r	1740—1790	9.0	9.5	2—8	4.4	0.05—0.90	0.27
79	J.V.1.r	1810—1890	9.3	9.5	3—7	4.6	0.15—0.70	0.41
99	E.II.1.r	1680—1790	9.0	8.9	3—7	5.0	0.05—0.65	0.33

160. Äsken esitettyjen taulukoiden ja niihin liittyvän tekstin tarkoituksena on antaa keskitetty yleiskuva kasvun 11-vuotisten vaihteluiden selvittelemistä varten eritellyn aineiston kokoomuksesta ja laadusta.

Tarkastetun jakson pituudelle ja amplitudille johdetut keskimääräiset arvot ovat useassa tapauksessa harhaanjohtavat. Tähän viittaavat selvästi jo laskettujen keskimäärien pohjana olevien lukuryhmien useimmiten kovin laajat vaihteluvälit, mutta asiasta saadaan parempi käsitys varsinaisia erittelyjä ja etenkin niihin liittyviä piirustuksia yksityiskohdit-

III taulukko.

Erittelyt kasvun 11-vuotisista vaihteluista kankailla.

Erittelyn n:o.	Sarjan merkintä.	Tutkittu ajanjakso.	Jakson pituus		Puolijakson pituuden		Jakson amplitudin	
			maksimeista, v.	minimeistä, v.	vaihteluväli, v.	keskimäärä, v.	vaihteluväli, mm.	keskimäärä, mm.
22	A.I.2.r	1800—1850	9.3	8.3	3—7	4.6	0.10—0.50	0.28
23	A.I.4.r	1870—1920	8.2	7.7	3—6	4.1	0.10—0.65	0.36
25	A.II.3.R	1780—1920	11.3	10.6	2—10	5.6	0.10—0.90	0.42
29	A.III.6.r	1700—1800	10.3	10.6	4—8	5.1	0.10—0.75	0.38
30	A.III.2.R	1780—1920	12.4	11.9	3—10	6.1	0.05—0.80	0.30
41	A.VI.3.R	1810—1860	9.0	9.2	3—7	4.5	0.10—1.60	0.53
42	A.VI.5.r	1860—1920	10.0	9.3	3—9	4.8	0.15—0.40	0.27
57	I.II.3.r	1820—1880	8.4	8,2	2—6	4.3	0.25—1.50	0.68
58	I.II.2.R	1860—1920	10.2	11.0	3—9	5.1	0.05—0.65	0.34
62	J.I.1.R	1820—1920	12.1	11.7	3—11	6.1	0.15—1.40	0.54
64	J.II.4.r	1770—1840	10.2	10.3	3—8	5.1	0.15—1.05	0.59
65	J.II.2.R	1830—1920	10.7	10.6	3—7	5.3	0.05—0.45	0.23
71	J.IV.2.R	1670—1720	10.3	11.3	3—7	5.1	0.20—0.95	0.56
72	J.IV.1.r	1710—1840	9.9	10.2	3—10	5.1	0.05—0.50	0.25
73	J.IV.1.R	1830—1920	8.2	8.1	1—9	4.2	0.05—0.65	0.30
85	J.VI.2.r	1720—1780	8.3	8.4	3—8	4.2	0.25—1.30	0.61
86	J.VI.3.R	1780—1840	9.6	10.0	3—7	5.0	0.05—0.40	0.24
87	J.VI.4.R	1830—1920	8.1	8.4	3—7	4.2	0.10—1.10	0.52
91	E.I.4.R	1610—1650	12.5	12.0	3—8	5.6	0.30—0.60	0.43
92	E.I.4.r	1650—1710	10.2	10.0	3—7	4.9	0.05—0.70	0.30
93	E.I.4.r	1720—1790	11.4	11.7	3—7	5.7	0.20—0.95	0.49
94	E.I.1.R	1730—1830	9.2	9.2	2—8	4.6	0.20—0.90	0.50
95	E.I.5.r	1850—1920	10.3	10.5	3—9	5.7	0.20—0.55	0.36
104	E.III.2.r	1820—1920	11.7	12.0	3—8	5.9	0.15—1.85	0.80
105	E.IV.5.r	1840—1900	8.2	8.2	2—7	4.1	0.20—0.55	0.37

tain tarkastamalla. Tällöin havaitaan eräitä kyseissä oleville tasoitetuille sarjoille ominaisia piirteitä, jotka yleensä tekevät näiden sarjojen käsittelyn suoranaisia keskiarvolaskelmia soveltaen sopimattomaksi.

Kiinnitettäköön huomio aluksi jakson pituuteen. Jakson amplitudi ja ääriarvojen ajankohdat otetaan edempänä puheiksi.

161. Erittelyissä esiintyvät jakson ja puolijakson pituudet ovat kerätyt IV ja V taulukkoon.

IV taulukko.

Jakson pituus kasvun 11-vuotisia vaihteluita koskevissa erittelyissä.

Kasvupaikka.	Jakson pituus vuosissa:														Yhteensä.
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Suomaat, abs.	2	17	30	39	35	34	34	32	18	12	3	4	—	1	261
%	0.8	6.5	11.5	15.0	13.4	13.0	13.0	12.3	6.9	4.6	1.1	1.5	—	0.4	100.0
Kankaat, abs.	4	20	26	53	45	40	42	18	22	20	9	4	1	3	307
%	1.3	6.5	8.5	17.3	14.6	13.0	13.7	5.9	7.2	6.5	2.9	1.3	0.3	1.0	100.0
Yhteensä, abs.	6	37	56	92	80	74	76	50	40	32	12	8	1	4	568
%	1.1	6.5	9.9	16.2	14.1	13.0	13.4	8.8	7.0	5.6	2.1	1.4	0.2	0.7	100.0

V taulukko.

Puolijakson pituus kasvun 11-vuotisia vaihteluita koskevissa erittelyissä.

Kasvupaikka.	Puolijakson pituus vuosissa:										Yhteensä.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Suomaat, abs.	—	4	46	81	53	46	35	12	4	1	—	282
%	—	1.4	16.3	28.7	18.8	16.3	12.4	4.3	1.4	0.4	—	100.0
Kankaat, abs.	1	6	59	89	61	50	37	13	12	3	1	332
%	0.3	1.8	17.7	26.8	18.4	15.1	11.2	3.9	3.6	0.9	0.3	100.0
Yhteensä, abs.	1	10	105	170	114	96	72	25	16	4	1	614
%	0.2	1.6	17.1	27.7	18.6	15.6	11.7	4.1	2.6	0.6	0.2	100.0

Jakson pituus vaihtelee rajoissa 5—18 v. Lukujen jakautuminen erotettuihin suuruusluokkiin ei oikeastaan osoita selvää maksimikohtaa, vaan ovat arvot 8, 9, 10 ja 11 v. käytännöllisesti katsoen kukin yhtä runsaasti edustettuina. Näiden neljän luokan osalle on sekä suomaita, kankaita että aineistoa kokonaisuudessaan tarkastaen sattunut yhteensä yli puolet tapauksista. Tapauksien lukuisuus vähenee hiljoilleen mainituista luokista

kummallekin taholle siirryttäessä ja nousee uloimmissa luokissa 5 v. ja 16—18 v. korkeintaan arvoon 1.5 %.

Puolijakson pituuden vaihteluväli on suomaiden erittelyissä 2—10 v., kankaiden erittelyissä 1—11 v. Kussakin jakautumissarjassa ovat useimmat tapaukset (27 à 29 %) kasautuneet luokkaan 4 v. Runsaasti edustettuina ovat myöskin arvot 3 v. (16 à 18 %), 5 v. (18 à 19 %), 6 v. (15 à 16 %) ja 7 v. (11 à 12 %). Äärimmäisiin luokkiin 1 v. ja 10—11 v. on sattunut vain jokunen tapaus (korkeintaan 1 %) kuhunkin.

Rinnastamalla keskenään IV ja V taulukko havaitaan, että tutkitussa aineistossa sääntönä ovat tapaukset, joissa jakson pituus pysyy rajoissa 6—14 v. ja puolijakson rajoissa 3—7 v. Mainitut rajat sulkevat nimittäin sisäänsä kussakin jakautumissarjassa vähintään $^{9}/_{10}$ tapauksien kokonaisluvusta. Aineistoa yksityiskohdittain tutkimaan ryhdyttäessä kohdistettakoon näin ollen huomio lähinnä sanottuihin yleisimpiin tapauksiin.

162. Erittelyjen piirustuksia (vrt. I, II, III ja IV taulu) tarkastamalla voidaan ensinnäkin panna merkille kaksi toisistaan selvästi erottautuvaa jaksotyyppiä, jotka ilmeisesti kuuluvat eri suuruusluokkiin. Näistä tyypeistä puhuttaessa voidaan tässä aluksi käyttää nimityksiä *pieni* ja *suuri jaksotyyppi*. Käsitteiden selventämiseksi lienee parasta valita aineistosta jokunen sopiva esimerkki.

Sarjassa B.I.1.r (vrt. II taulu, 1.erittely) edustavat 1800-luvulla sattuneista ääriarvoista maksimit vuosina 1821, 1828, 1848 ja 1871 sekä minimit vuosina 1824, 1832, 1844, 1852 ja 1867 *pienen* jaksotyypin vastaavia ääriarvoja, maksimit vuosina 1808, 1839 ja 1860 sekä minimit vuosina 1802 ja 1814 *suuren* jaksotyypin samannimisiä ääriarvoja. — Sarjassa A. V. 6.r (vrt. II taulu, 35. erittely) kuuluvat kaikki ääriarvot vuoden 1721 minimistä lähtien vuoden 1763 maksimiin saakka *pienen* jaksotyypin ääriarvoihin. — Sarjassa L.I. 3.r (vrt. II taulu, 45. erittely) jälleen ääriarvot ajanjaksona 1610—1670 järjestään lukeutuvat *suuren* jaksotyypin ääriarvoihin.

Kuten esitetyistä esimerkeistä selvinnee, on siis pieneen jaksotyyppiin kuuluvia ääriarvoja suureen jaksotyyppiin kuuluvista erotettaessa tarkastimina (kriterioina) kulloinkin käytetty toisaalti ääriarvoon rajoittuvien puolijaksojen pituutta, toisaalti tasoittavan käyrän kulkua ääriarvon kohdalla ja sen lähistöllä.

Jos nyt näitä samoja tarkastimia noudattaen lähemmin tutkitaan taulukoissa esitettyjen jakautumissarjojen äärimmäisiä, paremminkin poikkeuksellisia tapauksia havaitaan, että aineistossa kahden äsken käsi-

tellyn jaksotyypin ohella vielä esiintyy kaksi muuta jaksotyyppiä, nimittäin toisaalti edellä mainittua *suurta* tyyppiä suurempi, toisaalti puheina ollutta *pientä* tyyppiä pienempi jaksotyyppi. Ensiksi mainittu edustaa edempänä käsiteltäviä kasvun 21-vuotisia vaihteluita (vrt. esim. I taulu, 10. erittely, ääriarvot vuosina 1729, 1738 ja 1747), viimeksi mainittu aikaisemmin (**144**) ohimennen mainittuja kasvun parin-vuoden vaihteluita (vrt. IV taulu, 105. erittely, vuosina 1880, 1883 ja 1885 sattuneet ääriarvot).

163. Sanotusta käynee selville, että — kuten jo edellä huomautettiin — summittaiset keskiarvolaskelmat eivät esillä olevaa aineistoa käsiteltäessä ole kohdallaan. Tarkastettavien varsin monimutkaisten suhteiden valaisemiseksi ovat erotetut jaksotyypit välttämättä pidettävät erillään toisistaan.

Huomattava kuitenkin on, että ääriarvokohtien lajittelua eri jaksotyyppien osalle ei aina käy kyllin varmasti suorittaminen. Epämääräisiä ovat etupäässä erittelyjen alku- ja loppuosat, mutta toisinaan myöskin eri jaksotyyppien liitekohdat samassa erittelyssä. Tällaiset epävarmat tapaukset on tietenkin varminta poistaa aineistosta ennen sen varsinaista käsittelyä.

Esitetyt seikat huomioon ottaen on kasvun 11-vuotisten vaihteluiden selvittelemiseksi varattu aineisto tarkastettu kohta kohdalta. Erittelyihin kuuluvia piirustuksia apuna käyttäen on kunkin ääriarvokohdan suhteen koetettu saada selvyys siitä, mistä jaksotyypistä kulloinkin on kysymys. Tällöin ovat *pieneen* jaksotyyppiin lukeutuvat ääriarvokohdat suljetut sulkusiin, *suureen* jaksotyyppiin kuuluvat ääriarvokohdat jätetyt erikoista lisämerkintää vaille. Sekä kasvun 21-vuotisia vaihteluita että parin-vuoden vaihteluita edustavat ääriarvokohdat ovat epämääräisten tapauksien ohella asetetut hakasiin. Hakasiin asetetut kohdat jätetään seuraavan tarkastelun ulkopuolelle.

164. Pienen ja suuren jaksotyypin vertailemiseksi on laadittu VI taulukko, joka selvittelee kummankin jaksotyypin puolijakson pituutta erikseen suomaita ja kankaita sekä koko aineistoa silmällä pitäen. Taulukkoa tehtäessä on otettu huomioon yksinomaan »puhtaat» tapaukset, t.s. kulloinkin *samaan* jaksotyyppiin kuuluvien peräkkäisten (erinimisten) ääriarvojen etäisyydet toisistaan.

Taulukossa sulkusiin suljetut luvut tarkoittavat tapauksia, joissa puolijakson pituus on vain näennäinen, syystä että noteerattujen ääriarvojen väliltä ilmeisesti puuttuu pari kyseissä olevan jaksotyypin ääriarvoa.

VI taulukko.

Kasvun 11-vuotisten vaihteluiden pienen ja suuren jaksotyypin puolijakson pituus.

Kasvupaikka ja jaksotyyppi.	Puolijakson pituus vuosissa:										Pituus keski-määrin, v.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Suomaat, pieni tyyppi	—	4	31	47	8	—	(1)	—	—	—	3.66
» suuri »	—	—	5	17	29	24	12	—	—	—	5.24
Kankaat, pieni »	1	3	40	32	16	3	—	(2)	—	—	3.72
» suuri »	—	—	9	21	19	26	16	5	4	1	5.54
Yhteensä, pieni »	1	7	71	79	24	3	(1)	(2)	—	—	3.69
» suuri »	—	—	14	38	48	50	28	5	4	1	5.40

Esimerkin tässä suhteessa tarjoaa sarja J.III.1.r 1890-luvulla (vrt. I taulu, 68. erittely). Sanotunlaisia tapauksia ei tietenkään ole otettu huomioon puolijakson pituuden keskimäärää laskettaessa.

Kuten taulukkoa tarkastamalla havaitaan, on puolijakson pituutta esittävissä jakautumissarjoissa painopiste pieneen jaksotyyppiin nähden arvojen 3 ja 4 v., suureen jaksotyyppiin nähden arvojen 5 ja 6 v. välimailla, edellisessä tapauksessa paremminkin lähempänä mainittua ylä- kuin alarajaa, jälkimmäisessä jokseenkin sanottujen raja-arvojen puolivälissä. Puolijaksosta johdettu jakson keskimääräinen pituus olisi näin ollen pienen jaksotyypin edustamissa kasvun vaihteluissa jonkun verran yli 7 v., suuren jaksotyypin edustamissa n. 11 v. Lasketut keskimäärät huomioon ottaen saadaan vastaavasti arvot 7.3 à 7.4 v. ja 10.5 à 11.1 v.

Käytännöllisesti katsoen samaan tulokseen johdutaan kiinnittämällä huomio suorastaan jakson pituuteen. Tämä käy ilmi VII taulukosta, joka tekotavaltaan vastaa äsken esitettyä VI taulukkoa. Nytkin on otettu huomioon vain »puhtaat» tapaukset eli t.s. sellaiset jaksot, jotka ovat kolmen *samaan* jaksotyyppiin kuuluvan (peräkkäisen) ääriarvon muodostamat.

Jakson keskimääräinen pituus on siis pienen ja suuren jaksotyypin edustamissa kasvun vaihteluissa vastaavasti 7.2 à 7.5 v. ja 10.4 à 11.3 v. Mainitut jakson pituuden alirajat koskevat suomaita, ylärajat kankaita.[1]

[1] Vastaavanlainen eroavaisuus molempia kasvupaikkoja edustavien aineistojen suhteen on havaittavissa myöskin puolijakson pituutta tarkastettaessa (vrt. VI taulukko). Tämän eroavaisuuden ei välttämättä tarvitse olla merkityksellisen

VII taulukko.

Kasvun 11-vuotisten vaihteluiden pienen ja suuren jaksotyypin jakson pituus.

Kasvupaikka ja jaksotyyppi.	Jakson pituus vuosissa:											Pituus keskimäärin, v.
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Suomaat, pieni tyyppi	2	14	19	17	5	1	—	—	—	—	—	7.21
» suuri »	—	—	3	7	9	11	13	12	4	1	—	10.35
Kankaat, pieni »	2	13	18	18	11	2	1	—	—	—	—	7.51
» suuri »	—	—	1	3	8	10	13	7	7	9	3	11.34
Yhteensä, pieni »	4	27	37	35	16	3	1	—	—	—	—	7.37
» suuri »	—	—	4	10	17	21	26	19	11	10	3	10.85

Aineiston kokonaisuudessaan huomioon ottaen saadaan nytkin pienen ja suuren tyypin jakson pituudeksi vastaavasti keskimäärin jonkun verran yli 7 v. ja n. 11 v.

Koska siis ilmeisesti on kysymys kahdesta eripitkästä vaihtelukaudesta, käsiteltäköön ne tästä lähtien erillään toisistaan ja puhuttakoon seuraavassa kasvun 11-vuotisten vaihteluiden pienen ja suuren jaksotyypin sijasta vastaavasti kasvun 7-vuotisista ja kasvun 11-vuotisista vaihteluista. [1]

(signifikatiivisen), vaan saattaa se hyvinkin olla tilapäisyyksien aiheuttama. Kysymystä ei tietenkään käy ratkaiseminen yksinomaan tässä esitettyjen lukujen perusteella **(173, 182)**.

[1] Kasvun 11-vuotisten vaihteluiden selvittelemiseksi aineistoa varatessaan oli tekijällä alkujaan se käsitys, että erittelyn sittemmin erillisiksi (7-vuotisiksi) vaihteluiksi toteamat pikkuvaihtelut osoittautuisivat 11-vuotisten vaihteluiden puolikkaiksi. Kun tämä työhypoteesi tutkimuksen edistyessä näyttäytyi paikkansa pitämättömäksi, nousi kysymys siitä, oliko ehkä tarpeen palata alkeissarjoja esittäviin piirustuksiin »puhtaan» aineiston varaamista varten kummankin vaihtelukauden käsittelemiseksi alun alkaen erillään toisistaan. Tämän kysymyksen ratkaisun kielteiseen suuntaan aiheutti toisaalti se seikka, että jo käsitellyt havainnot osoittautuivat riittävän runsaiksi kummankin vaihtelukauden erittelemiseksi, toisaalti jälleen se vakuuttavan selväpiirteinen tulos, johon (aluksi kokeillen suoritettu) tutkimuksen jatkaminen aloitettua tietä johti.

Kasvun 7-vuotiset vaihtelut.

165. Kasvun 7-vuotisten vaihteluiden puolijakson ja jakson pituutta on jo edellä selvitelty (vrt. VI ja VII taulukko, pieneen jaksotyyppiin kohdistuvat rivit). Siirryttäköön nyt lähinnä tarkastamaan näiden vaihteluiden voimakkuutta.

Aineistossa esiintyvät 7-vuotisten vaihteluiden amplitudin arvot on luokiteltu VIII taulukkoon (153).

VIII taulukko.

Kasvun 7-vuotisten vaihteluiden amplitudi.

Kasvupaikka.	Amplitudi, mm:										Keski-määrin, mm.
	0.05-0.10	0.15-0.20	0.25-0.30	0.35-0.40	0.45-0.50	0.55-0.60	0.65-0.70	0.75-0.80	0.85-0.90	0.95-1.00	1.05-1.50	
Suomaat	11	25	18	13	5	11	2	1	2	2	—	0.33
Kankaat	11	11	28	13	9	8	8	5	2	2	1	0.40
Yhteensä	22	36	46	26	14	19	10	6	4	4	1	0.36

Käytännöllisesti katsoen nousee amplitudin suuruus, kasvupaikasta riippumatta, korkeintaan arvoon 1.0 mm. Suomailla ovat sentään jo arvon 0.6 mm, kankailla arvon 0.8 mm ylittävät amplitudit harvinaisia. Tapauksien kokonaisluvusta saavuttaa $^3/_4$ ensiksi mainituilla kasvupaikoilla korkeintaan arvon 0.4 mm, viimeksi mainituilla korkeintaan arvon 0.5 mm. Amplitudin keskimääräinen suuruus onkin suomailla tuntuvasti alempi kuin kankailla, nim. vastaavasti 0.33 ja 0.40 mm, nousten tarkastetuilla kasvupaikoilla yhteensä arvoon 0.36 mm.

166. Kasvun 7-vuotisten vaihteluiden yksityiskohtaista selvittelyä varten on toimitettu aineistossa havaittujen ääriarvokohtien ryhmittely (154).

Käytännöllisistä syistä on ryhmittelyn perustaksi aluksi valittu kolminkertainen jakson pituus. Ääriarvokohdat järjestettyinä 21-vuotista ryhmittelyä noudattaen taittuvat vyöhykkeittäin selvästi vasemmalle, joten 21 vuotta tässä tapauksessa on liian lyhyt ajanjakso ryhmittelyn perustaksi. Sitä vastoin ääriarvokohdat 22-vuotista ryhmittelyä käyttäen asettuvat jokseenkin pystysuoriin vyöhykkeisiin, josta voidaan päättää, että tämä ajanjakso on sopivan pituinen. Tämä tulos on varsin ymmärrettävä kun ottaa huomioon, että kyseissä olevien vaihteluiden keskimää-

IX taulukko.

Kasvun 7-vuotisten vaihteluiden ääriarvokohdat

	Maksimit.		Minimit.		Maksimit.	
	Aikakausi.	Ajankohdat.	Aikakausi.	Ajankohdat.	Aikakausi.	Ajankohdat.
1-3	1613—1616	—	1617—1620	16	1621—1623	19
4-6	1635—1638	—	1639—1642	40	1643—1645	44
7-9	1657—1660	—	1661—1664	—	1665—1667	66
10-12	1679—1682	—	1683—1686	84	1687—1689	87
13-15	1701—1704	02	1705—1708	03	1709—1711	07^2, 13
16-18	1723—1726	24^2, 25^3	1727—1730	26, 27, 28^2, 29	1731—1733	31^2, 32, 33
19-21	1745—1748	46^2, 47, 48^3	1749—1752	50^3, 51^2, 52	1753—1755	55^6, 56
22-24	1767—1770	—	1771—1774	—	1775—1777	75^2, 76^2, 77, 78^3
25-27	1789—1792	90, 91, 92	1793—1796	96^2, 97, 98	1797—1799	01^3
28-30	1811—1814	13^2, 14	1815—1818	17^3, 18	1819—1821	19^2, 20^2, 21^5
31-33	1833—1836	35^2	1837—1840	37^2, 38^3	1841—1843	42^3
34-36	1855—1858	54, 55^2, 56, 57	1859—1862	58, 61, 62, 63	1863—1865	64, 65^2, 66
37-39	1877—1880	76^2, 77, 78, 79	1881—1884	78, 80^3, 81^3, 83	1885—1887	82, 84, 85^3, 86
40-42	1899—1902	99, 00, 01	1903—1906	03, 04, 05^3	1907—1909	06, 08^4

räiseksi pituudeksi on saatu jonkun verran yli 7 v., tarkemmin sanoen 7.37 v. (vrt. VII taulukko).

Tulos on vielä tarkistettu kuusikertaiselle jakson pituudelle rakentuvaa ryhmittelyä soveltaen. Tällöin osoittautui, että 44-(= 2 × 22.0-) vuotinen ryhmittely johtaa parempaan tulokseen kuin 43-(= 2 × 21.5-) vuotinen. Tästä johtuen pohjautuu seuraava esitys aineiston 22-vuotiseen ryhmittelyyn.

167. Tulokset ääriarvokohtien 22-vuotisesta ryhmittelystä ovat esitetyt IX ja X taulukossa **(155)**. Kuten ensiksi mainitusta taulukosta ilmenee, on ryhmittelyn vyöhykejako, vuotta 1613 lähtökohtana pitäen, suoritettu seuraavan kaavan mukaisesti:

Ia Ib IIa IIb IIIa IIIb
maks. (4), min. (4), maks. (3), min. (4), maks. (4), min. (3).

Kaavassa osoittavat sulkusiin suljetut luvut kulloinkin vyöhykkeeseen kuuluvien vuosien lukumäärän. Näin ollen käsittää siis järjestyksessä

järjestettyinä 22-vuotista ryhmittelyä noudattaen.

Minimit.		Maksimit.		Minimit.		
Aikakausi.	Ajankohdat.	Aikakausi.	Ajankohdat.	Aikakausi.	Ajankohdat.	
1624—1627	—	1628—1631	—	1632—1634	—	1-3
1646—1649	—	1650—1653	—	1654—1656	—	4-6
1668—1671	69	1672—1675	—	1676—1678	76	7-9
1690—1693	—	1694—1697	92, 94	1698—1700	97^{3}	10-12
1712—1715	10^{2}, 17	1716—1719	18, 19	1720—1722	20, 21, 22, 23	13-15
1734—1737	34, 35, 36^{2}	1738—1741	38^{3}, 40^{2}, 41	1742—1744	42^{3}, 43^{2}, 45	16-18
1756—1759	59, 60^{3}	1760—1763	63^{4}, 64	1764—1766	—	19-21
1778—1781	79^{2}, 80^{3}, 81	1782—1785	82^{2}, 83^{3}	1786—1788	86, 87, 88, 89	22-24
1800—1803	04	1804—1807	07	1808—1810	09, 11	25-27
1822—1825	24^{2}, 25^{3}, 26, 27^{2}	1826—1829	28^{6}, 29^{2}, 30^{2}	1830—1832	31^{2}, 32^{4}	28-30
1844—1847	44^{3}, 45^{2}, 46^{3}	1848—1851	48^{3}, 49^{6}, 50^{4}	1852—1854	51, 52^{3}, 53^{6}	31-33
1866—1869	67^{4}, 68^{2}, 69	1870—1873	70^{5}, 71, 72^{2}	1874—1876	73^{2}, 74^{2}, 75^{3}	34-36
1888—1891	86, 87, 88, 89^{3}	1892—1895	89, 91, 92, 93, 94^{2}	1896—1898	96, 97^{2}, 98	37-39
1910—1913	09, 10^{2}, 11^{4}	1914—1917	14, 15^{4}	1918—1920	—	40-42

ensimmäinen vyöhykepari 8 v., toinen ja kolmas vyöhykepari kumpikin 7 v.

Vyöhykkeitä toisistaan erotettaessa on rajaviivan vetäminen vyöhykkeiden II a ja II b välille ollut hankalinta. Tämä johtuu siitä, että ensiksi mainittu vyöhyke 1700-luvun puolivälistä 1800-luvun alkuun on pullistautunut viimeksi mainitun vyöhykkeen alueelle. Vastaavanlaisia poikkeuksia puoleen ja toiseen noudatetusta jyrkän kaavamaisesta järjestelmästä sattuu tietenkin muissakin kohdin kuin mainitussa, mutta suuresti katsoen täytyy suoritettua vyöhykejakoa silti pitää varsin onnistuneena.

168. Havaittujen ääriarvojen sopeutumista noudatettuun järjestelmään selvittelevät yksityiskohtaisesti äsken mainitut taulukot.

Tässä yhteydessä on ohimennen mainittava, että 1700-luvun kahtena ensimmäisenä vuosikymmenenä sattuneiden, suhteellisesti vähälukuisten ääriarvokohtien sijoittaminen on ollut hankalaa. Esitetty tulkinta on todennäköisin, mutta ei ehdottomasti varma, joten sanotun aikakauden

X taulukko.

Kasvun 7-vuotisten vaihteluiden keskimääräiset ääriarvokohdat verrattuina

	Maksimit.				Minimit.				Maksimit.			
	Kauden keskus, α.	Keski-määrä, β.	Jakson pituus, v.	Erotus $\alpha-\beta$.	Kauden keskus, α.	Keski-määrä, β.	Jakson pituus, v.	Erotus $\alpha-\beta$.	Kauden keskus, α.	Keski-määrä, β.	Jakson pituus, v.	Erotus $\alpha-\beta$.
1-3	1614.5	—		—	1618.5	[1616.0]		[+2.5]	1622.0	[1619.0]		[+3.0]
			—				[24.0]				[25.0]	
4-6	1636.5	—		—	1640.5	[1640.0]		[+0.5]	1644.0	[1644.0]		[±0.0]
			—				[22.0]				[22.0]	
7-9	1658.5	—		—	1662.5	—		—	1666.0	[1666.0]		[±0.0]
			—				[22.0]				[21.0]	
10-12	1680.5	—		—	1684.5	[1684.0]		[+0.5]	1688.0	[1687.0]		[+1.0]
			—				[19.0]				[22.0]	
13-15	1702.5	[1702.0]		[+0.5]	1706.5	[1703.0]		[+3.5]	1710.0	1709.0		+1.0
			[22.6]				[24.6]				22.8	
16-18	1724.5	1724.6		—0.1	1728.5	1727.6		+0.9	1732.0	1731.8		+0.2
			22.4				23.1				23.3	
19-21	1746.5	1747.0		—0.5	1750.5	1750.7		—0.2	1754.0	1755.1		—1.1
			[22.0]				[23.0]				21.5	
22-24	1768.5	—		—	1772.5	—		—	1776.0	1776.6		—0.6
			[22.0]				[23.1]				24.4	
25-27	1790.5	1791.0		—0.5	1794.5	1796.8		—2.3	1798.0	1801.0		—3.0
			22.3				20.5				19.3	
28-30	1812.5	1813.3		—0.8	1816.5	1817.3		—0.8	1820.0	1820.3		—0.3
			21.7				20.3				21.7	
31-33	1834.5	1835.0		—0.5	1838.5	1837.6		+0.9	1842.0	1842.0		±0.0
			20.4				23.4				23.0	
34-36	1856.5	1855.4		+1.1	1860.5	1861.0		—0.5	1864.0	1865.0		—1.0
			21.8				19.5				19.5	
37-39	1878.5	1877.2		+1.3	1882.5	1880.5		+2.0	1886.0	1884.5		+1.5
			22.8				23.9				23.1	
40-42	1900.5	1900.0		+0.5	1904.5	1904.4		+0.1	1908.0	1907.6		+0.4
	Keskimäärin . .		21.90	+0.06	Keskimäärin . .		21.78	+0.01	Keskimäärin . .		22.07	—0.29

uusittu tarkastelu runsaamman aineiston avulla hyvinkin saattaa osoittaa jotkut muutokset tarpeellisiksi.

Tärkeintä on kuitenkin panna merkille, että järjestään kaikkia koekohtia edustavat havaintosarjat näyttävät *positiivisesti* sopeutuvan noudatettuun järjestelmään. Ainoana poikkeuksena voidaan mainita koekohdan A.I toinen tarkastettu havaintosarja (4.r), jonka enimmät ääriarvot ovat joutuneet kulloinkin vastaismerkkisiin vyöhykkeisiin, aiheuttaen ryhmittelyn huomattavimmat, 1880- ja 1890-luvuilla sattuneet poikkeukset. Kun tällöin kuitenkin useimmiten ovat kyseissä raja-

vastaaviin 22-vuotisen ryhmittelyn perusteella saatuihin teoreettisiin ajankohtiin.

Minimit.				Maksimit.				Minimit.				
Kauden keskus, α.	Keski-määrä, β.	Jakson pituus, v.	Erotus $\alpha-\beta$.	Kauden keskus, α.	Keski-määrä, β.	Jakson pituus, v.	Erotus $\alpha-\beta$.	Kauden keskus, α.	Keski-määrä, β.	Jakson pituus, v.	Erotus $\alpha-\beta$.	
1625.5	—		—	1629.5	—		—	1633.0	—		—	1-3
		—				—				—		
1647.5	—		—	1651.5	—		—	1655.0	—		—	4-6
		—				—				—		
1669.5	[1669.0]		[+0.5]	1673.5	—		—	1677.0	[1676.0]		[+1.0]	7-9
		[21.7]				—				[21.0]		
1691.5	—		—	1695.5	1693.0		+2.5	1699.0	1697.0		+2.0	10-12
		[21.6]				25.5				24.5		
1713.5	1712.3		+1.2	1717.5	1718.5		—1.0	1721.0	1721.5		—0.5	13-15
		23.0				20.7				21.3		
1735.5	1735.3		+0.2	1739.5	1739.2		+0.3	1743.0	1742.8		+0.2	16-18
		24.5				24.0				[22.4]		
1757.5	1759.8		—2.3	1761.5	1763.2		—1.7	1765.0	—		—	19-21
		20.0				19.4				[22.3]		
1779.5	1779.8		—0.3	1783.5	1782.6		+0.9	1787.0	1787.5		—0.5	22-24
		[24.2]				[24.4]				22.5		
1801.5	[1804.0]		[—2.5]	1805.5	[1807.0]		[—1.5]	1809.0	1810.0		—1.0	25-27
		[21.4]				[21.6]				21.7		
1823.5	1825.4		—1.9	1827.5	1828.6		—1.1	1831.0	1831.7		—0.7	28-30
		19.6				20.5				20.8		
1845.5	1845.0		+0.5	1849.5	1849.1		+0.4	1853.0	1852.5		+0.5	31-33
		22.6				21.5				21.6		
1867.5	1867.6		—0.1	1871.5	1870.6		+0.9	1875.0	1874.1		+0.9	34-36
		20.4				21.6				22.9		
1889.5	1888.0		+1.5	1893.5	1892.2		+1.3	1897.0	1897.0		±0.0	37-39
		22.4				22.6				—		
1911.5	1910.4		+1.1	1915.5	1914.8		+0.7	1919.0	—		—	40-42
Keskimäärin ..		21.79	—0.01	Keskimäärin ..		21.98	+0.32	Keskimäärin ..		22.19	+0.10	

tapaukset, ei sanotulle seikalle tarvinne antaa ratkaisevaa merkitystä, semminkin kun koekohtaa edustava toinen sarja (2.r) ääriarvokohtiinsa nähden on täysin säännöllinen.

Yleisarvosteluna voidaan IX taulukon perusteella sanoa, että teoreettisten rajavuosien ulkopuolelle jääneiden havaintojen lukumäärä havaintojen kokonaislukuun verraten on varsin vähäinen, ja että poikkeukset eivät suuruudeltaan yleensä ole erikoisen huomattavat (**172**).

169. Kuten X taulukosta voidaan havaita, eivät myöskään lasketut *keskimääräiset* ääriarvokohdat kovin suuresti poikkea vastaavista ryhmit-

telyn perusteella saaduista teoreettisista ajankohdista. Syyt pahimpiin poikkeuksiin selviävät siitä, mitä edellä (**167, 168**) on sanottu.

On mainittava, että kyseissä olevat erotukset ovat havaintokauden alkupuolella parhaastaan positiiviset, kauden keskimailla enimmäkseen negatiiviset ja kauden loppuosassa jälleen useimmiten positiiviset; käännekohdat sattuvat suunnilleen 1700- ja 1800-lukujen puoliväleihin.

Erotus teoreettisen kauden keskuksen ja vastaavan havaintojen painopisteen välillä on kussakin vyöhykkeessä keskimäärin varsin pieni, korkeintaan 0.3 v. Tämä keskimääräinen erotus on sitäpaitsi eräissä vyöhykkeissä positiivinen, toisissa negatiivinen, joten siis määrätynsuuntaisesta poikkeavaisuudesta ei tarkastettua havaintokautta kokonaisuudessaan silmällä pitäen saata olla puhetta.

170. Ryhmittelyn avulla johdettu tutkitun jakson kolminkertainen pituus tapailee kussakin vyöhykkeessä varsin läheltä teoreettista arvoa 22 v. Erotus teoreettisen ja havaitun keskimäärän välillä on nimittäin eri vyöhykkeissä järjestyksessä + 0.10, + 0.22, − 0.07, +0.21, +0.02 ja −0.19 v. Ottamalla samanarvoisina huomioon kyseissä olevat kuusi keskimäärää saadaan jakson kolminkertaiselle pituudelle arvo 21.952 v. ja jakson pituudelle arvo 7.32 v., mikä läheltä vastaa aikaisemmin (**164**) toista tietä johdettua avoa.

Tarkoin aikaisemmin saatuun tulokseen johdutaan hakasiin asetetut arvot mukaan lukien. Puheina olleet erotukset ovat tällöin vastaavasti ± 0.00, − 0.18, − 0.20, + 0.05, − 0.18 ja − 0.10 v., joten jakson kolminkertaiseksi pituudeksi tulee 22.102 v. ja jakson pituudeksi 7.37 v.

171. Jakson pituus voidaan määrätä myöskin toinen toistaan seuraavien keskimääräisten ääriarvokohtien avulla. Näin on tehty XI taulukossa, jossa niin ikään on tarkastettu kummankin puolijakson pituutta (**155**).

Jakson pituus on niin hyvin maksimeista kuin minimeistä johdettuna keskimäärin 7.50 v. Sama arvo saadaan laskemalla yhteen molempien erikseen käsiteltyjen puolijaksojen keskipituudet. Huomattava kuitenkin on, että sanottu keskimäärä tosiasiassa edustaa vain kahta kolmasosaa tutkitusta havaintokaudesta, nim. aikaa 1700-luvun alusta lukien, ja tätäkin epätäydellisesti. Havaintokaudelle kokonaisuudessaan saadaan jakson pituudeksi maksimeista 7.40 v. ja minimeistä 7.36 v. eli yleisarvona 7.38 v., mikä arvo hyvin vastaa edellä (**164, 170**) saatuja tuloksia.

XI taulukko.

Kasvun 7-vuotisten vaihteluiden keskimääräiset ääriarvokohdat sekä jakson ja puolijakson keskimääräiset pituudet.

	Keski-määräinen maksimi.	Jakson pituus, v.	Maksimista minimiin, v.	Keski-määräinen minimi.	Jakson pituus, v.	Minimistä maksimiin, v.	
1	—		—	[1616.0]		[3.0]	1
2	[1619.0]	—	[5.0]	—	[8.0]	[3.3]	2
3	—	[8.3]	[4.7]	—	[8.0]	[3.7]	3
4	—	[8.4]	[4.3]	[1640.0]	[8.0]	[4.0]	4
5	[1644.0]	[8.3]	[3.2]	—	[7.2]	[4.1]	5
6	—	[7.3]	[3.2]	—	[7.3]	[4.2]	6
7	—	[7.4]	[3.0]	—	[7.2]	[4.3]	7
8	[1666.0]	[7.3]	[3.0]	[1669.0]	[7.3]	[4.0]	8
9	—	[7.0]	[3.0]	[1676.0]	[7.0]	[4.0]	9
10	—	[7.0]	[4.0]	[1684.0]	[8.0]	[3.0]	10
11	[1687.0]	[7.0]	[3.5]	—	[6.5]	[2.5]	11
12	1693.0	[6.0]	4.0	1697.0	[6.5]	[5.0]	12
13	[1702.0]	[9.0]	[1.0]	[1703.0]	[6.0]	[6.0]	13
14	1709.0	[7.0]	3.3	1712.3	[9.3]	6.2	14
15	1718.5	9.5	3.0	1721.5	9.2	3.1	15
16	1724.6	6.1	3.0	1727.6	6.1	4.2	16
17	1731.8	7.2	3.5	1735.3	7.7	3.9	17
18	1739.2	7.4	3.6	1742.8	7.5	4.2	18
19	1747.0	7.8	3.7	1750.7	7.9	4.4	19
20	1755.1	8.1	4.7	1759.8	9.1	3.4	20
21	1763.2	8.1	[3.3]	—	[6.7]	[3.4]	21
22	—	[6.7]	[3.2]	—	[6.6]	[3.5]	22
23	1776.6	[6.7]	3.2	1779.8	[6.7]	2.8	23
		6.0			7.7		

	Keski-määräinen maksimi.	Jakson pituus, v.	Maksimista minimiin, v.	Keski-määräinen minimi.	Jakson pituus, v.	Minimistä maksimiin, v.	
24	1782.6		4.9	1787.5		3.5	24
		8.4			9.3		
25	1791.0		5.8	1796.8		4.2	25
		10.0			[7.2]		
26	1801.0		[3.0]	[1804.0]		[3.0]	26
		[6.0]			[6.0]		
27	[1807.0]		[3.0]	1810.0		3.3	27
		[6.3]			7.3		
28	1813.3		4.0	1817.3		3.0	28
		7.0			8.1		
29	1820.3		5.1	1825.4		3.2	29
		8.3			6.3		
30	1828.6		3.1	1831.7		3.3	30
		6.4			5.9		
31	1835.0		2.6	1837.6		4.4	31
		7.0			7.4		
32	1842.0		3.0	1845.0		4.1	32
		7.1			7.5		
33	1849.1		3.4	1852.5		2.9	33
		6.3			8.5		
34	1855.4		5.6	1861.0		4.0	34
		9.6			6.6		
35	1865.0		2.6	1867.6		3.0	35
		5.6			6.5		
36	1870.6		3.5	1874.1		3.1	36
		6.6			6.4		
37	1877.2		3.3	1880.5		4.0	37
		7.3			7.5		
38	1884.5		3.5	1888.0		4.2	38
		7.7			9.0		
39	1892.2		4.8	1897.0		3.0	39
		7.8			7.4		
40	1900.0		4.4	1904.4		3.2	40
		7.6			6.0		
41	1907.6		2.8	1910.4		4.4	41
		7.2			—		
42	1914.8		—	—		—	42
	Keskim...	7.50	3.78	Keskim...	7.50	3.72	

Siitä mitä juuri sanottiin jakson pituuden suhteen seuraa, että taulukkoon merkityt kummankin puolijakson keskimääräistä pituutta osoittavat arvot, 3.78 v. ja 3.72 v., eivät myöskään kohdistu koko havaintokauteen. Mitä muuten tulee näiden kahden arvon väliseen vähäiseen erotukseen, + 0.06 v., ei sitä voida pitää merkityksellisenä, semminkin kun erotus viereisten maksimista minimiin ja minimistä maksimiin laskettujen puolijaksojen pituuksien välillä useimmissa tapauksissa on *negatiivinen*. Ha-

vaintokautta kokonaisuudessaan silmällä pitäen saadaankin puolijaksoille vastaavasti arvot 3.62 v. ja 3.76 v., joiden erotus äsken mainittuun erotukseen verraten on tuntuvasti suurempi ja vastaismerkkinen.

172. Aineistossa tavatut 7-vuotisten vaihteluiden maksimi- ja minimivuodet ovat koekohdittain järjestetyt XII ja XIII taulukkoon, joista ensiksi mainittu käsittää suomaat, viimeksi mainittu kankaat (**156**).

Havaintojen sopeutumisesta ryhmittelyn yhteydessä noudatettuun vyöhykejärjestelmään on jo aikaisemmin (**168**) ollut puhe. Seuraava yhdistelmä sisältää kaikki ne havainnot, joiden poikkeus sanotusta järjestelmästä on vuotta suurempi (**157**).

A.V : min. 1710 (— 2).
E.II : maks. 1713 (+ 2), min. 1717 (+ 2).
A.I : min. 1878 (— 3), maks. 1882 (— 3), min. 1886 (— 2), maks. 1889 (— 3).
A.III : maks. 1707 (— 2).
J.II : min. 1798 (+ 2), maks. 1801 (+ 2).
J.IV : maks. 1692 (— 2), min. 1710 (— 2), maks. 1801 (+ 2).
J.VI : min. 1827 (+ 2).
E.I : maks. 1619 (— 2), min. 1703 (— 2), maks. 1707 (— 2), maks. 1801 (+ 2), min. 1827 (+ 2).

Yhdistelmässä on edustettuna $^1/_4$ tarkastetuista koekohdista. Maksimeja ja minimejä sisältyy yhdistelmään saman verran, negatiivisia poikkeuksia hieman enemmän kuin positiivisia. Suhteellisesti useimmat poikkeukset ovat sattuneet 1700-luvun alussa.

173. Edellä on jo esitetty tietoja kasvun 7-vuotisten vaihteluiden jakson ja puolijakson pituudesta sekä amplitudin laajuudesta erikseen suomaita ja erikseen kankaita silmällä pitäen (**164, 165**). Seuraavassa koetetaan, suoritettuun ääriarvokohtien ryhmittelyyn perustuen, lähemmin selvitellä näiden vaihteluiden mahdollisia eroavaisuuksia sanotuilla erilaatuisilla kasvupaikoilla.

Molempien äsken mainittujen taulukoiden summana on saatu XIV taulukko, joka esittää keskimääräiset ääriarvokohdat ja jakson pituudet kummallakin kasvupaikalla toisiinsa verrattuina (**158**). Tässä taulukossa on aikaisemmin (**168**) mainituista syistä vertailukausi rajoitettu käsittämään 1700-luvun kahden ensimmäisen vuosikymmenen jälkeisen ajan.

XII taulukko.

Kasvun 7-vuotisten vaihteluiden toisiaan

	Maksimit.										
	B.I	B.II	B.III	B.IV	A.V	L.I	I.I	I.III	J.III	J.V	E.II
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1694
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1702
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1713
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	1724,-25	—	1725	—	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	1731	—	—	—	—	—	1731
18	—	—	—	—	1738	—	—	—	—	—	1741
19	—	—	—	—	1746	—	—	—	—	1747	1748
20	—	—	—	—	1755	—	1755	—	—	1756	1755
21	—	1763	—	—	1763	—	1764	—	—	1763	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	—	1776	1775	—	—	1777	1778	—	1776	1778	—
24	—	1782	1783	—	—	—	—	—	1783	1783	—
25	—	—	—	—	—	—	1791	—	—	—	—
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	—	—	—	—	—	—	—	1813	1814	—	—
29	1821	1821	1821	—	1819	—	—	1821	1820	1819	—
30	1828	—	1828,-28	—	1828,-28	—	—	1828	1829	—	—
31	—	—	—	—	1835	—	—	—	—	—	—
32	—	—	—	—	1842	—	—	—	—	—	—
33	1848	1849	1848,-49	—	1848	—	—	—	1849,-50	1850	—
34	—	—	—	—	1854	—	—	—	1857	—	—
35	—	—	—	1865	—	—	—	—	1864	1866	—
36	1871	—	—	—	—	—	—	—	1870	—	—
37	—	—	—	1876	—	—	—	—	—	—	—
38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1884	—
39	—	—	—	1892	—	—	—	—	1891	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	1901	—	—
41	—	—	—	—	—	—	—	—	1908	—	—
42	—	—	—	1914	—	—	—	—	1915	—	—

vastaavat ääriarvot suomaiden eri koekohdilla.

Minimit.											
B.I	B.II	B.III	B.IV	A.V	L.I	I.I	I.III	J.III	J.V	E.II	
—	—	—	—	—	1684	—	—	—	—	—	10
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11
—	—	—	—	—	1697	—	—	—	—	1697	12
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13
—	—	—	—	1710	—	—	—	—	—	1717	14
—	—	1720	—	1721	—	—	—	—	—	—	15
—	—	1728	—	1728	—	—	—	—	—	1726	16
—	—	—	—	1734	—	—	—	—	—	—	17
—	—	1742	—	1742	—	—	—	—	1743	1745	18
—	—	—	—	1750	—	—	—	—	1751	1751	19
—	—	—	—	1759	—	—	—	—	1760	—	20
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22
—	1779	1779	—	—	1780	—	—	1780	1781	1780	23
—	1786	—	—	—	—	—	—	1788	—	—	24
—	—	—	—	—	—	—	—	1796	—	—	25
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26
—	—	—	—	—	—	—	1809	—	—	—	27
—	—	—	—	—	—	—	1817	1818	—	—	28
1824	1825	1824,-25	—	—	—	—	1826	—	—	—	29
1832	—	1831,-32	—	1832	—	—	1831	—	—	—	30
—	—	—	—	1838	—	—	—	—	—	—	31
1844	1845	1845	—	1844	—	—	—	—	1846	—	32
1852	—	1853,-53	—	1851	—	—	—	1853,-53	1853	—	33
—	—	—	—	1858	—	—	—	1861	1863	—	34
1867	—	—	—	—	—	—	—	1867	—	—	35
—	—	—	—	—	—	—	—	1873	—	—	36
—	—	—	1880	—	—	—	—	—	1881	—	37
—	—	—	1887	—	—	—	—	—	—	—	38
—	—	—	—	—	—	—	—	1898	—	—	39
—	—	—	—	—	—	—	—	1905	—	—	40
—	—	—	1910	—	—	—	—	1911	—	—	41
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42

XIII taulukko. *Kasvun 7-vuotisten vaihteluiden toisiaan*

	Maksimit.											
	A.I	A.II	A.III	A.VI	I.II	J.I	J.II	J.IV	J.VI	E.I	E.III	E.IV
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1619	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1644	—	—
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1666	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1687	—	—
12	—	—	—	—	—	—	—	1692	—	—	—	—
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	—	—	1707	—	—	—	—	—	—	1707	—	—
15	—	—	1718	—	—	—	—	1719	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	1725	1724	—	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	1733	1732	—	—
18	—	—	1738	—	—	—	—	—	1740	1738,-40	—	—
19	—	—	1746	—	—	—	—	—	1748	—	—	—
20	—	—	1755	—	—	—	—	1755	1755	—	—	—
21	—	—	—	—	—	—	—	—	1763	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	—	—	—	—	—	—	—	—	1775	1778	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	1782	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	1790	—	—	1792	—	—
26	—	—	—	—	—	—	1801	1801	—	1801	—	—
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1807	—	—
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1813	—	—
29	—	—	—	1820	—	—	—	—	—	1821	—	—
30	—	—	—	—	—	1830	—	—	1830	—	1829	—
31	1835	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	—	—	—	—	—	—	—	1842	1842	—	—	—
33	—	1850	—	—	1849	—	—	1849	1850	—	—	—
34	—	—	—	—	1856	1855	1855	—	—	—	—	—
35	—	—	—	1865	—	—	—	—	—	—	—	—
36	—	—	—	1872	1870,-70	—	—	1870	1870	—	—	1872
37	—	—	1877	—	—	1876	—	1879	1878	—	—	—
38	1882	—	—	—	—	—	1885	1885	1885	1886	—	—
39	1889	—	—	1894	—	—	—	1893	1894	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	1899	1900	—	—	—
41	1906	—	—	—	—	—	1908	1908	1908	—	—	—
42	—	—	—	1915	—	1915	—	—	1915	—	—	—

vastaavat ääriarvot kankaiden eri koekohdilla.

Minimit.												
A.I	A.II	A.III	A.VI	I.II	J.I	J.II	J.IV	J.VI	E I	E.III	E.IV	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1616	—	—	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1640	—	—	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1669	—	—	8
—	—	—	—	—	—	—	1676	—	—	—	—	9
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11
—	—	—	—	—	—	—	1697	—	—	—	—	12
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1703	—	—	13
—	—	—	—	—	—	—	1710	—	—	—	—	14
—	—	1722	—	—	—	—	1723	—	—	—	—	15
—	—	—	—	—	—	—	—	1729	1727	—	—	16
—	—	—	—	—	—	—	—	1736	1735,-36	—	—	17
—	—	1742	—	—	—	—	—	1743	—	—	—	18
—	—	1750	—	—	—	—	1750	1752	—	—	—	19
—	—	—	—	—	—	—	1760	1760	—	—	—	20
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23
—	—	—	—	—	—	—	—	1787	1789	—	—	24
—	—	—	—	—	—	1798	—	1796	1797	—	—	25
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1804	—	—	26
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1811	—	—	27
—	—	—	1817	—	—	—	—	—	1817	—	—	28
—	—	—	—	—	—	—	1825	1827	1827	—	—	29
1832	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30
1838	—	—	—	—	1838	1837	1837	—	—	—	—	31
—	—	—	—	1844	—	—	1846	1846	—	—	—	32
—	—	—	—	1852	1852	—	1853	—	—	—	—	33
—	—	—	1862	—	—	—	—	—	—	—	—	34
—	—	—	1868	1867,-68	—	—	1867	—	—	—	1869	35
—	—	1874	—	1874,-75	—	—	1875	1875	1873	—	—	36
1878	1881	1880	—	—	—	—	1880	1881	1883	—	—	37
1886	—	—	—	—	—	—	1889	1888	1889	—	1889	38
—	—	—	—	—	—	—	1896	1897	—	—	1897	39
1903	—	—	—	—	—	1904	1905	1905	—	—	—	40
1909	—	—	1911	—	—	1911	1910	1911	—	—	—	41
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42

XIV taulukko.

Kasvun 7-vuotisten vaihteluiden keskimääräiset ääriarvokohdat ja jakson pituudet suomailla ja kankailla toisiinsa verrattuina.

	Maksimit.					Minimit.				
	Ajankohdat.			Jakson pituus, v.		Ajankohdat.			Jakson pituus, v.	
	Suomaat, *a.*	Kankaat, *b.*	Erotus *a*—*b.*	Suomaat.	Kankaat.	Suomaat, *a.*	Kankaat, *b.*	Erotus *a*—*b.*	Suomaat.	Kankaat.
15	—	—	—			1720.5	1722.5	—2.0		
				—	—				6.8	5.5
16	1724.7	1724.5	+0.2			1727.3	1728.0	—0.7		
				6.3	8.0				[6.7]	7.7
17	1731.0	1732.5	—1.5			[1734.0]	1735.7	[—1.7]		
				8.5	6.5				[9.0]	6.8
18	1739.5	1739.0	+0.5			1743.0	1742.5	+0.5		
				7.5	8.0				7.7	8.2
19	1747.0	1747.0	±0.0			1750.7	1750.7	±0.0		
				8.3	8.0				8.8	9.3
20	1755.3	1755.0	+0.3			1759.5	1760.0	—0.5		
				8.0	[8.0]				[6.8]	[7.0]
21	1763.3	[1763.0]	[+0.3]			—	—	—		
				[6.7]	[6.7]				[6.7]	[7.0]
22	—	—	—			—	—	—		
				[6.7]	[6.8]				[6.8]	[7.0]
23	1776.7	1776.5	+0.2			1779.8	—	—		
				6.1	[5.5]				7.2	[7.0]
24	1782.8	[1782.0]	[+0.8]			1787.0	1788.0	—1.0		
				[8.2]	[9.0]				[9.0]	9.0
25	[1791.0]	1791.0	[±0.0]			[1796.0]	1797.0	[—1.0]		
				[7.5]	10.0				[6.5]	[7.0]
26	—	1801.0	—			—	[1804.0]	—		
				[7.5]	[6.0]				[6.5]	[7.0]
27	—	[1807.0]	—			[1809.0]	[1811.0]	[—2.0]		
				[7.5]	[6.0]				[8.5]	[6.0]
28	1813.5	[1813.0]	[+0.5]			1817.5	1817.0	+0.5		
				6.8	[7.5]				7.3	9.3
29	1820.3	1820.5	—0.2			1824.8	1826.3	—1.5		
				7.8	9.2				6.8	[5.7]
30	1828.1	1829.7	—1.6			1831.6	[1832.0]	[—0.4]		
				[6.9]	[5.3]				[6.4]	[5.5]
31	[1835.0]	[1835.0]	[±0.0]			[1838.0]	1837.5	[+0.5]		
				[7.0]	[7.0]				[6.8]	7.8
32	[1842.0]	1842.0	[±0.0]			1844.8	1845.3	—0.5		
				[6.9]	7.5				7.8	7.0
33	1848.9	1849.5	—0.6			1852.6	1852.3	+0.3		
				6.6	5.8				8.1	[9.7]
34	1855.5	1855.3	+0.2			1860.7	[1862.0]	[—1.3]		
				9.5	[9.7]				6.3	[5.8]
35	1865.0	[1865.0]	[±0.0]			1867.0	1867.8	—0.8		
				5.5	[5.7]				[6.0]	6.5
36	1870.5	1870.7	—0.2			[1873.0]	1874.3	[—1.3]		
				[5.5]	6.8				[7.5]	6.2

	Maksimit.					Minimit.					
	Ajankohdat.			Jakson pituus, v.		Ajankohdat.			Jakson pituus, v.		
	Suomaat, *a.*	Kankaat, *b.*	Erotus *a*—*b.*	Suomaat.	Kankaat.	Suomaat, *a.*	Kankaat, *b.*	Erotus *a*—*b.*	Suomaat.	Kankaat.	
37	[1876.0]	1877.5	[—1.5]	[8.0]	7.1	1880.5	1880.5	±0.0	[6.5]	7.7	37
38	[1884.0]	1884.6	[—0.6]	[7.5]	7.9	[1887.0]	1888.2	[—1.2]	[11.0]	8.5	38
39	1891.5	1892.5	—1.0	[9.5]	7.0	[1898.0]	1896.7	[+1.3]	[7.0]	7.6	39
40	[1901.0]	1899.5	[+1.5]	[7.0]	8.0	[1905.0]	1904.3	[+0.7]	[5.5]	6.1	40
41	[1908.0]	1907.5	[+0.5]	[6.5]	7.5	1910.5	1910.4	+0.1	—	—	41
42	1914.5	1915.0	—0.5			—	—	—			42
	Keskimäärin.		—0.32	7.35	7.66	Keskimäärin.		—0.43	7.42	7.55	

Taulukon mukaan on jakson keskipituus maksimeista johdettuna suomailla 7.35 ja kankailla 7.66 v., minimeistä määrättynä vastaavasti 7.42 ja 7.55 v., eli kummassakin tapauksessa siis suomailla tuntuvasti lyhyempi kuin kankailla (**164**). Tämä tulos havaitaan kuitenkin taulukkoa lähemmin tarkastettaessa varsin epätodennäköiseksi. Kyseissä olevia keskiarvoja laskettaessa on nim. kulloinkin kovin suuret osat lukusarjoista jätetty huomioon ottamatta. Vertailukaudelle kokonaisuudessaan saadaan jakson keskipituudeksi suomailla maksimeista 7.30 v. ja minimeistä 7.31 v., kankailla vastaavasti 7.33 ja 7.23 v. Jakson pituuden yleisarvoksi tulee ensiksi mainituilla kasvupaikoilla 7.30 v., viimeksi mainituilla 7.28 v. eli käytännöllisesti katsoen sama arvo. Tämä arvo on aikaisemmin (**170, 171**) johdettuja vastaavia arvoja jonkun verran pienempi. Erotus saanee selityksensä siitä, että kyseissä ovat olleet aivan eripitkät, joskin osittain yhteiset havaintokaudet.

Tarkasteltavana oleva taulukko osoittaa vielä, että kankailla ovat maksimit sattuneet keskimäärin 0.32 v. ja minimit keskimäärin 0.43 v. myöhemmin kuin vastaavat ääriarvot suomailla. Samansuuntaiseen tulokseen johdutaan ottamalla huomioon koko vertailukausi, jolloin vastaavasti saadaan erotukset 0.11 ja 0.52 v. Näin ollen näyttävät siis vastaavat ääriarvot tosiaankin sattuneen suomailla keskimäärin jonkun verran aikaisemmin kuin kankailla.

Kasvun II-vuotiset vaihtelut.

174. Edellä on toisessa yhteydessä, vertailtaessa keskenään kasvun 7-vuotisia ja 11-vuotisia vaihteluita, jo esitetty myöskin viimeksi mainittujen vaihteluiden jakson ja puolijakson pituutta selvitteleviä tietoja (vrt. VI ja VII taulukko, suureen jaksotyyppiin kohdistuvat rivit). Kohdistettakoon nyt aluksi pikimmiltään huomio siihen, miten voimakkaina kasvun 11-vuotiset vaihtelut tarkastelluissa sarjoissa ilmenevät.

Puheina olevien vaihteluiden ampilitudin laajuutta valaisee XV taulukko (**153**).

XV taulukko.

Kasvun 11-vuotisten vaihteluiden amplitudi.

Kasvupaikka.	Amplitudi, mm:												Keskimäärin, mm.
	0.05–0.10	0.15–0.20	0.25–0.30	0.35–0.40	0.45–0.50	0.55–0.60	0.65–0.70	0.75–0.80	0.85–0.90	0.95–1.00	1.05–1.50	1.55–2.00	
Suomaat	9	20	24	15	6	6	2	1	1	1	1	1	0.33
Kankaat	9	22	14	17	15	7	6	1	1	3	3	1	0.40
Yhteensä	18	42	38	32	21	13	8	2	2	4	4	2	0.37

Amplitudin vaihteluväli on melkoinen kummallakin kasvupaikalla. Korkein amplitudin saavuttama arvo on suomailla 1.65 mm, kankailla 1.85 mm. Kankailla on arvon 1.0 mm paikkeilla vähäinen rykelmä tapauksia, mutta muuten voidaan suomailla arvoa 0.6 mm ja kankailla arvoa 0.7 mm pitää rajoina, jotka amplitudi vain poikkeustapauksissa ylittää. Kiinnittämällä huomio jakautumissarjojen runsaimmin edustettuihin luokkiin havaitaan, että $^2/_3$ tapauksien kokonaisluvusta suomailla on kasautunut välille 0.15—0.40 mm, kun taas kankailla vastaava määrä on keräytynyt välille 0.15—0.50 mm. Ensiksi mainituilla kasvupaikoilla onkin amplitudi keskimäärin huomattavasti pienempi kuin viimeksi mainituilla, nim. vastaavasti 0.33 ja 0.40 mm. Aineistolle kokonaisuudessaan on amplitudin keskimääräiseksi suuruudeksi saatu arvo 0.37 mm.

175. Siirryttäköön nyt käsittelemään niitä tuloksia, joihin on johduttu suorittamalla kasvun 11-vuotisten vaihteluiden ääriarvokohtien ryhmittely (**154**).

Ryhmittelyn perustaksi on tuntunut tarkoituksenmukaiselle valita jakson kaksinkertainen pituus. Ääriarvokohtien 22-vuotisen ryhmittelyn tuloksena saadaan kuitenkin tuntuvasti oikealle taittuvat vyöhykkeet, josta voidaan päättää, että 22 vuotta on liian pitkä ajanjakso ryhmittelyn perustaksi. Sitä vastoin osoittautuu 21-vuotinen ryhmittely, joka johtaa selvästi pystysuoriin vyöhykkeisiin, tässä tapauksessa erittäin sopivaksi. Seuraavassa esitettävä ääriarvokohtien tarkastelu onkin tämän takia nojattu aineiston 21-vuotiseen ryhmittelyyn.

176. Ryhmittelyn tulokset käyvät ilmi XVI ja XVII taulukosta (155). Ryhmittelyn vyöhykejako noudattaa, kuten ensiksi mainitusta taulukosta saattaa päättää, vuodesta 1608 alkaen, kaavaa

maks. (5), min. (6), maks. (4), min. (6).

Sulkusiin suljetut numerot kaavassa näyttävät kunkin vyöhykkeen käsittämien vuosien luvun. Kaavaa ei tietenkään ole tulkittava siten, että jakson pituus vuorotellen olisi 11 ja 10 vuotta tai että maksimivyöhykkeet kulloinkin olisivat minimivyöhykkeitä kapeammat. Näin ei edes keskimäärinkään ole asianlaita. Tosiasiassa kumpaakin ääriarvoa edustavat vyöhykkeet paikoin kuroutuvat aivan ahtaalle, paikoin levittäytyvät laajalti naapurivyöhykkeiden alueille. Tästä johtuen on vyöhykkeiden suoraviivainen erottaminen toisistaan varsin hankalaa, eikä tulos missään tapauksessa saata olla täysin täsmällinen.

177. Tuloksien suhteen on ennen kaikkea huomattava, että kutakin koekohtaa edustavat havaintosarjat sopeutuvat *positiivisesti* sovellettuun järjestelmään.

Tarkastamalla lähemmin XVI taulukkoa saadaan käsitys siitä, missä määrin havainnot pysyvät suoritetun vyöhykejaon aikaansaamissa ahtaissa rajoissa.

Poikkeuksien lukumäärä on likipitäen $^3/_{10}$ havaintojen kokonaisluvusta. On tosin myönnettävä, että poikkeuksien määrä sinänsä on sangen suuri. Mutta toiselta puolen on asiaa arvosteltaessa otettava huomioon myöskin poikkeuksien suuruus ja suunta sekä niiden jakautuminen eri koekohtia edustavien aineistojen osalle. Tällöin havaitaan, että poikkeuksista runsaasti puolet käsittävät vain yhden vuoden ja $^3/_{10}$ kaksi vuotta, joten suurten (3 à 4 vuotta käsittävien) poikkeuksien lukumäärä nousee vain muutamaan prosenttiin havaintojen kokonaisluvusta (181). Poikkeukset ovat yhtä usein positiiviset kuin negatiiviset ja jakautuvat

XVI taulukko.

Kasvun 11-vuotisten vaihteluiden ääriarvokohdat

	Maksimit.		Minimit.	
	Aikakausi.	Ajankohdat.	Aikakausi.	Ajankohdat.
0-1	1608—1612	—	1613—1618	—
2-3	1629—1633	31, 34	1634—1639	36
4-5	1650—1654	53	1655—1660	59, 62
6-7	1671—1675	72, 74	1676—1681	80
8-9	1692—1696	98	1697—1702	01
10-11	1713—1717	15^2, 16^2	1718—1723	19, 22
12-13	1734—1738	34, 35, 37	1739—1744	37, 39, 41
14-15	1755—1759	53, 54^2, 56	1760—1765	59, 60^3, 61^2
16-17	1776—1780	76, 77, 79^3, 80, 81	1781—1786	82, 83, 84, 85^4
18-19	1797—1801	96, 97, 00^2, 01	1802—1807	00, 01, 02, 06^4, 07
20-21	1818—1822	16, 17, 18, 19, 20, 21	1823—1828	22^2, 23^3, 24^2, 26^3
22-23	1839—1843	36, 38^2, 39^2, 40^6, 41, 44^4, 45	1844—1849	42, 43, 45^2, 46, 47^2, 48^2, 51
24-25	1860—1864	59, 60^3, 61^2, 62^3, 63, 65, 66^2, 67^2	1865—1870	66^3, 67, 69, 70^2, 71^2, 72
26-27	1881—1885	79, 80, 81, 83, 86^2, 87	1886—1891	85^2, 89, 90, 92^2, 93, 94
28-29	1902—1906	03, 04, 05^2	1907—1912	11

ne jokseenkin tasaisesti eri koekohtien osalle. Näin ollen saattavat poikkeukset hyvinkin — ainakin useimmissa tapauksissa — aiheutua vain tilapäissyiden vaikutuksesta.

178. Havaintojen perusteella lasketut *keskimääräiset* ääriarvokohdat vastaavat yleensä hyvin suoritetun ryhmittelyn tuloksena saatuja teoreettisia ajankohtia. Tämän osoittaa XVII taulukko.

Teoreettisten ja havaittujen ajankohtien erotusta rivi riviltä seurattaessa voidaan todeta poikkeuksien suunnan pitkien kausien aikana pysyttelevän melkein muuttumattomana. Erotus on nim. havaintokauden alusta likipitäen 1700-luvun puoliväliin saakka suuresti katsoen negatiivinen, tästä edelleen aina 1800-luvun puolitiehen parhaastaan positiivinen ja edelleen kauden loppuun jälleen negatiivinen.

Vyöhykkeittäin tarkastaen on erotuksen suuruus keskimäärin korkeintaan 0.2 v., joten siis poikkeukset havaintokautta kokonaisuudessaan silmällä pitäen hyvin tasoittavat toisensa.

järjestettyinä 21-vuotista ryhmittelyä noudattaen.

Maksimit.		Minimit.		
Aikakausi.	Ajankohdat.	Aikakausi.	Ajankohdat.	
1619—1622	21[1]	1623—1628	26[2]	0-1
1640—1643	43	1644—1649	49	2-3
1661—1664	65	1665—1670	—	4-5
1682—1685	82, 89	1686—1691	88, 91, 92	6-7
1703—1706	02, 04[2], 06	1707—1712	09[2], 10, 11[2]	8-9
1724—1727	23, 27[2], 28	1728—1733	30, 31, 33	10-11
1745—1748	44, 45, 46	1749—1754	47[2], 49[2]	12-13
1766—1769	64[2], 66[3], 67	1770—1775	69, 70[4], 71[2], 72, 73, 74[4]	14-15
1787—1790	84, 85, 86, 88, 89[2], 90, 91, 92, 93	1791—1796	92, 93, 94, 97	16-17
1808—1811	04, 07, 08[3], 09[2], 11[2]	1812—1817	12, 13[3], 14[4], 15, 16	18-19
1829—1832	25, 28[4], 30[3], 31, 32	1833—1838	34[3], 35[4], 36[2], 37[4]	20-21
1850—1853	49, 51, 52[3]	1854—1859	54, 55, 57, 58[2], 59[4], 61	22-23
1871—1874	70, 71, 73, 74, 76, 77, 78[2]	1875—1880	76, 77, 81, 82	24-25
1892—1895	93[2], 94, 97, 98	1896—1901	98, 99[2], 00	26-27
1913—1916	14	1917—1922	—	28-29

179. Ryhmittelyn tuloksena saatu jakson kaksinkertainen pituus vastaa kussakin vyöhykkeessä likipitäen arvoa 21 v. Erotus tämän teoreettisen arvon ja kulloinkin havainnoille rakentuvan keskimäärän välillä on eri vyöhykkeissä järjestyksessä $+ 0.02$, $- 0.19$, $+ 0.05$ ja $+ 0.13$ v. Ottamalla huomioon myöskin hakasiin merkityt luvut ovat erotukset vastaavasti $+ 0.09$, $- 0.15$, $+ 0.07$ ja ± 0.00 v. Näin ollen saadaan kummassakin tapauksessa jakson kaksinkertaiseksi pituudeksi 20.998 v. ja jakson pituudeksi siis 10.50 v. Tämä arvo on aikaisemmin (**164**) johdettua tuntuvasti pienempi.

180. Havaintoihin perustuvat keskimääräiset ääriarvokohdat sekä niiden avulla määrätyt jakson ja puolijakson pituudet ovat esitetyt XVIII taulukossa (**155**).

Jakson keskipituudeksi on saatu maksimeista 10.64 v. ja minimeistä 10.50 v. eli siis yleisarvona 10.57 v. Mukaan lukien hakasilla varustetut

XVII taulukko.

Kasvun 11-vuotisten vaihteluiden keskimääräiset ääriarvokohdat teoreettisiin

	Maksimit.				Minimit.			
	Kauden keskus, α.	Keski-määrä, β.	Jakson pituus, v.	Erotus $\alpha-\beta$.	Kauden keskus, α.	Keski-määrä, β.	Jakson pituus, v.	Erotus $\alpha-\beta$.
0—1	1610.0	—		—	1615.5	—		—
2—3	1631.0	1632.5	—	—1.5	1636.5	[1636.0]	—	[+0.5]
4—5	1652.0	[1653.0]	[20.5]	[—1.0]	1657.5	1660.5	[24.5]	—3.0
6—7	1673.0	1673.0	[20.0]	±0.0	1678.5	[1680.0]	[19.5]	[—1.5]
8—9	1694.0	[1698.0]	[25.0]	[—4.0]	1699.5	[1701.0]	[21.0]	[—1.5]
10—11	1715.0	1715.5	[17.5]	—0.5	1720.5	1720.5	[19.5]	±0.0
12—13	1736.0	1735.3	19.8	+0.7	1741.5	1739.0	18.5	+2.5
14—15	1757.0	1754.3	19.0	+2.7	1762.5	1760.2	21.2	+2.3
16—17	1778.0	1778.7	24.4	—0.7	1783.5	1784.1	23.9	—0.6
18—19	1799.0	1798.8	20.1	+0.2	1804.5	1804.3	20.2	+0.2
20—21	1820.0	1818.5	19.7	+1.5	1825.5	1823.9	19.6	+1.6
22—23	1841.0	1840.7	22.2	+0.3	1846.5	1846.2	22.3	+0.3
24—25	1862.0	1862.7	22.0	—0.7	1867.5	1868.8	22.6	—1.3
26—27	1883.0	1883.1	20.4	—0.1	1888.5	1890.0	21.2	—1.5
28—29	1904.0	1904.3	21.2	—0.3	1909.5	[1911.0]	[21.0]	[—1.5]
	Keskimäärin ...		20.98	+0.13	Keskimäärin ...		21.19	+0.05

luvut, jotka edustavat parhaastaan 1600-lukua, johdutaan vastaavasti arvoihin 10.46, 10.56 ja 10.51 v. Saadut arvot tapailevat varsin läheltä äsken kaksinkertaisesta jakson pituudesta laskettua arvoa.

Maksimista minimiin ja minimistä maksimiin luetuille puolijaksoille on saatu keskimääräiset arvot 5.34 ja 5.24 v. Hakasiin asetetut luvut huomioon ottaen saadaan vastaavasti 5.38 ja 5.08 v. Erotus kumpaakin puolijaksoa edustavien keskimäärien välillä on siis edellisessä tapauksessa + 0.10 v., jälkimmäisessä + 0.30 v. Taulukkoa yksityiskohdittain tar-

verrattuina vastaaviin 21-vuotisen ryhmittelyn perusteella saatuihin ajankohtiin.

Maksimit.				Minimit.				
Kauden keskus, α.	Keski-määrä, β.	Jakson pituus, v.	Erotus $\alpha-\beta$.	Kauden keskus, α	Keski-määrä, β	Jakson pituus, v.	Erotus $\alpha-\beta$.	
1620.5	[1621.0]	[22.0]	[−0.5]	1625.5	1626.0	[23.0]	−0.5	0—1
1641.5	[1643.0]	[22.0]	[−1.5]	1646.5	[1649.0]	[20.6]	[−2.5]	2—3
1662.5	[1665.0]	[20.5]	[−2.5]	1667.5	—	[20.7]	—	4—5
1683.5	1685.5	18.5	−2.0	1688.5	1690.3	19.7	−1.8	6—7
1704.5	1704.0	22.3	+0.5	1709.5	1710.0	21.3	−0.5	8—9
1725.5	1726.3	18.7	−0.8	1730.5	1731.3	16.7	−0.8	10—11
1746.5	1745.0	20.5	+1.5	1751.5	1748.0	23.7	+3.5	12—13
1767.5	1765.5	23.2	+2.0	1772.5	1771.7	22.3	+0.8	14—15
1788.5	1788.7	19.6	−0.2	1793.5	1794.0	19.8	−0.5	16—17
1809.5	1808.3	20.7	+1.2	1814.5	1813.8	21.7	+0.7	18—19
1830.5	1829.0	22.2	+1.5	1835.5	1835.5	22.4	±0.0	20—21
1851.5	1851.2	23.4	+0.3	1856.5	1857.9	21.1	−1.4	22—23
1872.5	1874.6	20.4	−2.1	1877.5	1879.0	20.0	−1.5	24—25
1893.5	1895.0	[19.0]	−1.5	1898.5	1899.0	—	−0.5	26—27
1914.5	[1914.0]		[+0.5]	1919.5	—		—	28—29
Keskimäärin ...		20.95	+0.04	Keskimäärin ...		20.87	−0.21	

kastaen havaitaan, että myöskin viereisten puolijaksojen erotus jokseenkin säännöllisesti on positiivinen. Näin ollen on siis vaihtelukauden maksimista minimiin yleensä kulunut pitempi aika kuin minimistä maksimiin.

181. Suoritettuun ryhmittelyyn nojaten ovat aineistossa tavatut kasvun 11-vuotisten vaihteluiden maksimit ja minimit koekohdittain esitetyt XIX ja XX taulukossa. Taulukoista ensiksi mainittu sisältää suomaat, viimeksi mainittu kankaat (**156**).

XVIII taulukko.

Kasvun 11-vuotisten vaihteluiden keskimääräiset ääriarvokohdat sekä jakson ja puolijakson keskimääräiset pituudet.

	Keski-määräinen maksimi.	Jakson pituus, v.	Maksimista minimiin, v.	Keski-määräinen minimi.	Jakson pituus, v.	Minimistä maksimiin, v.	
1	[1621.0]		[5.0]	1626.0		6.5	1
		[11.5]			[10.0]		
2	1632.5		[3.5]	[1636.0]		[7.0]	2
		[10.5]			[13.0]		
3	[1643.0]		[6.0]	[1649.0]		[4.0]	3
		[10.0]			[11.5]		
4	[1653.0]		[7.5]	1660.5		[4.5]	4
		[12.0]			[9.7]		
5	[1665.0]		[5.2]	—		[2.8]	5
		[8.0]			[9.8]		
6	1673.0		[7.0]	[1680.0]		[5.5]	6
		12.5			[10.3]		
7	1685.5		4.8	1690.3		[7.7]	7
		[12.5]			[10.7]		
8	[1698.0]		[3.0]	[1701.0]		[3.0]	8
		[6.0]			[9.0]		
9	1704.0		6.0	1710.0		5.5	9
		11.5			10.5		
10	1715.5		5.0	1720.5		5.8	10
		10.8			10.8		
11	1726.3		5.0	1731.3		4.0	11
		9.0			7.7		
12	1735.3		3.7	1739.0		6.0	12
		9.7			9.0		
13	1745.0		3.0	1748.0		6.3	13
		9.3			12.2		
14	1754.3		5.9	1760.2		5.3	14
		11.2			11.5		
15	1765.5		6.2	1771.7		7.0	15
		13.2			12.4		
16	1778.7		5.4	1784.1		4.6	16
		10.0			9.9		
17	1788.7		5.3	1794.0		4.8	17
		10.1			10.3		
18	1798.8		5.5	1804.3		4.0	18
		9.5			9.5		
19	1808.3		5.5	1813.8		4.7	19
		10.2			10.1		
20	1818.5		5.4	1823.9		5.1	20
		10.5			11.6		
21	1829.0		6.5	1835.5		5.2	21
		11.7			10.7		
22	1840.7		5.5	1846.2		5.0	22
		10.5			11.7		

	Keski-määräinen maksimi.	Jakson pituus, v.	Maksimista minimiin, v.	Keski-määräinen minimi.	Jakson pituus, v.	Minimistä maksimiin, v.	
23	1851.2		6.7	1857.9		4.8	23
		11.5			10.9		
24	1862.7		6.1	1868.8		5.8	24
		11.9			10.2		
25	1874.6		4.4	1879.0		4.1	25
		8.5			11.0		
26	1883.1		6.9	1890.0		5.0	26
		11.9			9.0		
27	1895.0		4.0	1899.0		5.3	27
		9.3			[12.0]		
28	1904.3		[6.7]	[1911.0]	—	[3.0]	28
		[9.7]					
29	[1914.0]		—	—		—	29
	Keskim. . .	10.64	5.34	Keskim. . .	10.50	5.24	

Aikaisemmin (**177**) on jo mainittu, että kutakin koekohtaa edustavien havaintosarjojen on huomattu positiivisesti sopeutuvan noudatettuun järjestelmään.

Edellä (**177**) on myöskin jo ylimalkaisesti tarkastettu, missä määrin havainnot sopivat ryhmittelyn yhteydessä erotettuihin vyöhykkeisiin. Täydennyksenä tällöin sanottuun esitetään seuraava yhdistelmä, jossa on lueteltu kaikki ne havainnot, joiden poikkeus sovelletusta järjestelmästä on vuotta suurempi (**157**).

B.III: maks. 1753 (— 2), maks. 1836 (— 3).
A.V : min. 1842 (— 2).
L.I : maks. 1689 (+ 4), maks. 1764 (— 2), maks. 1785 (— 2).
I.I : min. 1747 (— 2).
I.III : min. 1800 (— 2), maks. 1804 (— 4).
J.III : maks. 1792 (+ 2), maks. 1879 (— 2).
E.II : min. 1737 (— 2), maks. 1784 (— 3).
A.I : maks. 1816 (— 2), maks. 1825 (— 4), min. 1894 (+ 3), maks. 1897 (+ 2).
A.II : min. 1872 (+ 2), maks. 1876 (+ 2).
A.III: min. 1861 (+ 2), maks. 1867 (+ 3), maks. 1887 (+ 2), min. 1893 (+ 2).
J.I : maks. 1845 (+ 2), maks. 1866 (+ 2), min. 1882 (+ 2).
J.II : min. 1851 (+ 2), maks. 1877 (+ 3), maks. 1898 (+ 3).

XIX taulukko.

Kasvun 11-vuotisten vaihteluiden toisiaan

	Maksimit.										
	B.I	B.II	B.III	B.IV	A.V	L.I	L.II	L.III	J.III	J.V	E.II
1	—	—	—	—	—	1621	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	1631	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	1643	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	1654	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	1665	—	—	—	—	—
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	—	—	—	—	—	1689	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	1704,-06	—	—	1702	—	—	—	—	—
10	—	—	1715,-16	—	1715	1716	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	1727	—	—	—	—	1723
12	—	—	1735	—	—	1734	—	—	—	—	—
13	—	—	1745	—	—	1744	—	—	—	—	—
14	—	—	1753,-54	—	—	1756	—	—	—	—	—
15	—	—	1766	—	—	1764	—	—	—	—	1766
16	—	—	—	—	—	1776	—	1780	—	—	1777
17	—	1789	—	—	—	1785	—	1788	1792	—	1784
18	—	1800	—	—	—	1796	—	1797	1800	—	—
19	1808	1809	—	—	1808	1808	—	1804	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	—	1830,-31	—	1828	—	—	—	—	1832	1830	—
22	1839	1840	1836,-38	1839	1838	—	—	—	1840,-41	1840	—
23	—	—	—	1851	—	—	—	—	—	—	—
24	1860	—	1860,-61	—	1862	—	—	—	1860	1859	—
25	—	—	1871,-73	—	1870	—	—	—	—	1874	—
26	—	—	—	1883	—	—	—	—	1879	—	—
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	—	—	—	1905	—	—	—	—	—	—	—
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

vastaavat ääriarvot suomaiden eri koekohdilla.

Minimit.											
B.I	B.II	B.III	B.IV	A.V	L.I	I.I	I.III	J.III	J.V	E.II	
—	—	—	—	—	1626	—	—	—	—	—	1
—	—	—	—	—	1636	—	—	—	—	—	2
—	—	—	—	—	1649	—	—	—	—	—	3
—	—	—	—	—	1659	—	—	—	—	—	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1691	7
—	—	1701	—	—	—	—	—	—	—	—	8
—	—	1710,-11	—	—	1709	—	—	—	—	1709	9
—	—	1719	—	—	1722	—	—	—	—	—	10
—	—	—	—	—	1730	—	—	—	—	—	11
—	—	—	—	—	1739	—	—	—	—	1737	12
—	—	1749	—	—	1749	1747	—	—	—	—	13
—	—	1759	—	—	1760	1760	—	—	—	1761	14
—	1771	1770	—	—	1771	1770	1774	1769	1770	1773	15
—	—	—	—	—	—	1784	1783	—	—	—	16
—	1794	—	—	—	1792	—	1793	—	—	—	17
1802	1806	—	—	—	1801	—	1800	1806	—	—	18
1814	1814	1813	—	1813	1814	—	—	—	—	—	19
—	—	—	1822	1823	—	1826	—	1823,-26	1824	—	20
—	1835,-36	—	1834	1834	—	—	—	1837,-37	1835	—	21
—	—	1843	1846	1842	—	—	—	1845,-47	—	—	22
—	—	—	1857	—	—	—	—	—	—	—	23
—	—	1866,-67	1870	1866	—	—	—	—	1869	—	24
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25
—	—	—	—	—	—	—	—	1885	—	—	26
—	—	—	1899	—	—	—	—	—	—	—	27
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29

XX taulukko.

Kasvun 11-vuotisten vaihteluiden toisiaan

	Maksimit.											
	A.I	A.II	A.III	A.VI	I.II	J.I	J.II	J.IV	J.VI	E.I	E.III	E.IV
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1634	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	—	—	—	—	—	—	1672	—	1674	—	—
7	—	—	—	—	—	—	—	1682	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1698	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	1704	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	1728	—	—	—	—	1727	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	—	—	1737	—	—	—	—
13	—	—	—	—	—	—	—	1746	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1754	—	—
15	—	—	1766	—	—	—	—	1764	—	1767	—	—
16	—	—	1779	—	—	—	1779	1779	—	1781	—	—
17	—	—	1789,-90	—	—	—	—	1791	1793	1786	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	1801	—	—	—
19	1807	—	—	—	—	—	1809	1811	1811	—	—	—
20	1816	1818	1817	—	—	—	1820	1819	1821	—	—	—
21	1825	—	—	1828	1828	—	1830	1828	—	—	—	—
22	1844	—	1844	1840	1840	1845	1844	—	—	—	1840	1844
23	—	—	1852	1849	—	—	—	—	—	—	1852	1852
24	—	1862	1867	—	—	1866	1863	1862	1861	1867	1865	1866
25	—	1876	—	—	—	—	1877	—	—	1878	1878	—
26	—	1886	1887	1881	1880	1886	—	—	—	—	—	—
27	1897	—	—	—	1894	—	1898	—	—	—	1893	1893
28	—	—	—	1903	1905	—	—	—	—	—	1904	—
29	—	—	—	—	1914	—	—	—	—	—	—	—

vastaavat ääriarvot kankaiden eri koekohdilla.

Minimit.												
A.I	A.II	A.III	A.VI	I.II	J.I	J.II	J.IV	J.VI	E.I	E.III	E.IV	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1720	—	—	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1662	—	—	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1680	—	—	6
—	—	—	—	—	—	—	1688	—	1692	—	—	7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
—	—	1711	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
—	—	1733	—	—	—	—	1731	—	—	—	—	11
—	—	—	—	—	—	—	1741	—	—	—	—	12
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1747	—	—	13
—	—	1761	—	—	—	—	—	—	1760	—	—	14
—	—	1774	—	—	—	—	1774	1770	1772,-74	—	—	15
—	—	1785,-85	—	—	—	1785	1785	—	1782	—	—	16
—	—	—	—	—	—	—	1797	—	—	—	—	17
—	—	—	—	—	—	1806	1806	1807	—	—	—	18
1813	1812	—	—	—	—	1816	1815	1814	—	—	—	19
1822	1823	—	1824	—	—	1826	—	—	—	—	—	20
—	—	—	1835	1834	—	—	1837	1835,-37	—	1836	—	21
—	—	1847	1845	—	—	1851	—	—	—	1848	1848	22
—	1858	1861	1854	—	1859	1859	—	1855	1859	1858	1859	23
—	1872	—	—	—	1871	1870	—	1866	—	1871	—	24
—	—	—	1876	—	1882	1881	—	—	—	—	1877	25
1894	1892	1893	1890	1889	—	1892	—	—	—	1885	—	26
—	—	—	1898	1900	—	—	—	—	—	1899	—	27
—	—	—	—	1911	—	—	—	—	—	—	—	28
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29

J.IV : maks. 1764 (— 2).
J.VI : maks. 1793 (+ 3).
E.I : min. 1662 (+ 2), maks. 1698 (+ 2), min. 1747 (— 2), maks. 1867 (+ 3), maks. 1878 (+ 4).
E.III: maks. 1878 (+ 4).
E.IV : maks. 1866 (+ 2).

Merkille on pantava, että esitettyyn poikkeuksien luetteloon sisältyy $^3/_4$ kaikkiaan tarkastetuista koekohdista. Maksimeja esiintyy luettelossa kaksi kertaa enemmän kuin minimejä. Positiiviset poikkeukset ovat runsaammin edustetut kuin negatiiviset. Poikkeukset jakautuvat 1600-, 1700- ja 1800-luvuille jokseenkin samassa suhteessa kuin havainnotkin. Suomaista osoittaa koekohta L.I, kankaista koekohta E.I enimmät poikkeukset. Huomattava on kuitenkin samalla, että näiden koekohtien havaintokaudet ovat pisimmät. Mainittuja koekohtia merkittävämmät ovat näin ollen ehkä kankaat A.I ja A.III, jotka havaintokausiensa suhteellisesta lyhyydestä huolimatta ovat saaneet osakseen sangen suuren osan poikkeuksista. Eniten poikkeaviin koekohtiin kuuluvat myös kankaat J.I ja J.II. Kankaita kokonaisuutena tarkastaen havaitaan, että $^2/_3$ poikkeuksista ovat sattuneet 1800-luvun jälkimmäisellä puoliskolla. Tämä seikka näyttää viittaavan siihen, että ainakin eräitä kankaita edustavat havaintosarjat sanottuna aikakautena merkityksellisesti poikkeavat muusta aineistosta.

182. Aineiston ääriarvot koekohdittain esittävien taulukoiden perusteella on laadittu XXI taulukko, jossa keskimääräiset ääriarvokohdat ja jakson pituudet suomailla ja kankailla ovat verratut toisiinsa (**158**). Koska 1600-lukua edustavien havaintojen lukumäärä on varsin vähäinen, on taulukossa toimitettu vertailu rajoitettu sanotun vuosisadan jälkeiseen aikaan.

Jakson keskimääräiseksi pituudeksi on taulukon mukaan saatu suomaille maksimeista 10.22 v. ja minimeistä 10.66 v. eli yleisarvona 10.44 v., kankaille vastaavasti 10.78, 10.60 ja 10.69 v. Näin ollen olisi siis jakson keskipituus ensiksi mainituilla kasvupaikoilla 0.25 v. lyhyempi kuin viimeksi mainituilla (**164**). Tätä erotusta tuskin sentään voidaan pitää merkityksellisenä. Taulukon monet hakasiin asetetut luvut huomioon ottaen saadaan käytännöllisesti katsoen sama arvo molempien kasvupaikkojen jakson keskipituudelle, nim. suomaille maksimeista 10.58 v. ja minimeistä 10.51 v. eli yleisarvona 10.55 v., kankailla vastaavasti 10.50, 10.53 ja 10.52 v.

XXI taulukko.

Kasvun 11-vuotisten vaihteluiden keskimääräiset äärtarvokohdat ja jakson pituudet suomailla ja kankailla toisiinsa verrattuina.

	Maksimit.					Minimit.					
	Ajankohdat.			Jakson pituus, v.		Ajankohdat.			Jakson pituus, v.		
	Suomaat, *a.*	Kankaat, *b.*	Erotus *a*—*b.*	Suomaat.	Kankaat.	Suomaat, *a.*	Kankaat, *b.*	Erotus *a*—*b.*	Suomaat.	Kankaat.	
9	1704.0	[1704.0]	[±0.0]			1709.8	[1711.0]	[—1.2]			9
				11.5	[11.7]				10.7	[10.5]	
10	1715.5	—	—			1720.5	—	—			10
				9.5	[11.8]				[9.5]	[10.5]	
11	1725.0	1727.5	—2.5			[1730.0]	1732.0	[—2.0]			11
				9.5	[9.5]				[8.0]	[9.0]	
12	1734.5	[1737.0]	[—2.5]			1738.0	[1741.0]	[—3.0]			12
				10.0	[9.0]				10.3	[6.0]	
13	1744.5	[1746.0]	[—1.5]			1748.3	[1747.0]	[+1.3]			13
				9.3	[8.0]				11.7	[13.5]	
14	1754.3	[1754.0]	[+0.3]			1760.0	1760.5	—0.5			14
				11.0	[11.7]				11.0	12.3	
15	1765.3	1765.7	—0.4			1771.0	1772.8	—1.8			15
				12.4	13.8				12.5	11.6	
16	1777.7	1779.5	—1.8			1783.5	1784.4	—0.9			16
				9.9	10.3				9.5	[12.6]	
17	1787.6	1789.8	—2.2			1793.0	[1797.0]	[—4.0]			17
				10.7	[11.2]				10.0	[9.3]	
18	1798.3	[1801.0]	[—2.7]			1803.0	1806.3	—3.3			18
				9.1	[8.5]				10.6	7.7	
19	1807.4	1809.5	—2.1			1813.6	1814.0	—0.4			19
				[11.4]	9.0				10.4	9.8	
20	—	1818.5	—			1824.0	1823.8	+0.2			20
				[11.4]	9.3				11.4	11.9	
21	1830.2	1827.8	+2.4			1835.4	1835.7	—0.3			21
				8.8	14.3				9.2	12.1	
22	1839.0	1842.6	—3.6			1844.6	1847.8	—3.2			22
				[12.0]	8.7				[12.4]	10.2	
23	[1851.0]	1851.3	[—0.3]			[1857.0]	1858.0	[—1.0]			23
				[9.8]	13.0				[10.6]	12.0	
24	1860.8	1864.3	—4.0			1867.6	1870.0	—2.4			24
				11.7	13.0				[8.7]	9.0	
25	1872.0	1877.3	—5.3			—	1879.0	—			25
				9.0	6.7				[8.7]	11.7	
26	1881.0	1884.0	—3.0			[1885.0]	1890.7	[—5.7]			26
				[12.0]	11.0				[14.0]	8.3	
27	—	1895.0	—			[1899.0]	1899.0	[±0.0]			27
				[12.0]	9.0				—	[12.0]	
28	[1905.0]	1904.0	[+1.0]			—	[1911.0]	—			28
				—	[10.0]				—	—	
29	—	[1914.0]	—			—	—	—			29
	Keskimäärin ..		—2.25	10.22	10.78	Keskimäärin ..		—1.40	10.66	10.60	

Keskimääräiset ääriarvokohdat ovat jokseenkin säännöllisesti sattuneet suomailla huomattavasti aikaisemmin kuin vastaavat ajankohdat kankailla. Erotus ajassa on maksimeja tarkastaen keskimäärin — 2.25 v., minimejä silmällä pitäen keskimäärin — 1.40 v. Hakasiin asetettujen arvojen mukaan ottaminen on omiaan vahvistamaan saatua tulosta, johtaen sekä maksimeista että minimeistä laskien keskimäärään — 1.66 v. Näin ollen voidaan merkityksellisenä esittää tulos, että kyseissä olevan vaihtelukauden samannimiset ääriarvot ovat sattuneet suomailla keskimäärin puolitoista tai kaksi vuotta aikaisemmin kuin kankailla.

Kasvun 21-vuotiset vaihtelut.

183. XXII ja XXIII taulukko, jotka vastaavasti koskevat suomaita ja kankaita, käsittävät sädekasvun 21-vuotisten vaihteluiden selvittelemistä varten eritellyt havaintosarjat (**151**).

Tutkittujen ajanjaksojen pituus on suomaiden erittelyissä 50—160 v., kankaiden erittelyissä 60—130 v. Tarkastettu kausi kokonaisuudessaan

XXII taulukko.

Erittelyt kasvun 21-vuotisista vaihteluista suomailla.

Erittelyn n:o.	Sarjan merkintä.	Tutkittu ajanjakso.	Jakson pituus		Puolijakson pituuden		Jakson amplitudin	
			maksimeista, v.	minimeistä, v.	vaihteluväli, v.	keskimäärä, v.	vaihteluväli, mm.	keskimäärä, mm.
2	B.I.2.R	1810—1870	20.0	19.0	8—13	10.0	0.15—0.40	0.25
7	B.II.13.r	1740—1820	23.5	24.0	8—15	11.8	0.20—0.70	0.54
13	B.III.15.R	1730—1790	21.0	20.0	10—11	10.5	0.25—1.00	0.55
14	B.III.28.R	1780—1870	19.0	18.0	8—13	9.6	0.30—0.75	0.63
20	B.IV.58.R	1820—1920	22.0	21.0	9—13	11.0	0.20—0.65	0.37
38	A.V.5.r	1770—1860	22.0	21.7	6—15	11.0	0.15—0.50	0.29
48	L.I.3.R	1590—1670	18.7	18.0	8—10	9.3	0.10—0.35	0.22
49	L.I.6.R	1680—1790	21.0	20.3	7—14	10.5	0.10—0.60	0.26
50	L.I.4.r	1770—1820	21.0	19.0	9—12	10.5	0.20—0.40	0.28
55	I.I.1.r	1770—1870	18.8	19.7	5—15	9.4	0.10—0.50	0.28
60	I.III.1.R	1720—1810	19.3	20.7	7—14	9.9	0.15—0.80	0.45
69	J.III.3.R	1760—1920	20.0	19.6	6—15	10.0	0.20—1.90	0.76
80	J.V.3.r	1730—1790	20.0	18.0	7—11	9.4	0.25—0.50	0.39
81	J.V.4.r	1750—1810	19.5	19.0	8—12	9.5	0.20—1.00	0.53
82	J.V.1.r	1820—1870	26.0	21.0	9—14	11.7	0.25—0.60	0.38
100	E.II.1.r	1730—1840	22.3	22.0	8—13	11.1	0.05—0.70	0.34

XXIII taulukko.

Erittelyt kasvun 21-vuotisista vaihteluista kankailla.

Erittelyn n:o.	Sarjan merkintä.	Tutkittu ajanjakso.	Jakson pituus		Puolijakson pituuden		Jakson amplitudin	
			maksimeista, v.	minimeistä, v.	vaihteluväli, v.	keskimäärä, v.	vaihteluväli, mm.	keskimäärä, mm.
24	A.I.2.R	1840—1900	21.0	20.0	8—12	10.5	0.15—0.40	0.25
26	A.II.6.R	1790—1920	22.8	22.5	8—13	11.4	0.10—0.40	0.23
31	A.III.2.R	1820—1920	21.0	21.7	8—14	10.5	0.05—0.55	0.21
33	A.IV.5.R	1800—1880	19.3	22.0	7—12	9.7	0.10—0.55	0.33
43	A.VI.5.r	1820—1890	20.7	21.5	8—15	10.3	0.10—0.90	0.42
63	J.I.5.R	1820—1920	16.8	16.7	7—10	8.4	0.35—1.05	0.72
74	J.IV.5.R	1720—1800	21.5	22.7	9—13	11.3	0.25—0.50	0.37
88	J.VI.3.r	1780—1870	23.5	25.5	9—14	12.0	0.15—0.65	0.41
96	E.I.5.R	1730—1820	19.7	20.0	8—12	10.0	0.10—0.25	0.18
106	E.IV.5.R	1810—1920	19.3	20.3	7—13	9.8	0.15—0.55	0.38
107	E.V.1.R	1780—1900	20.8	20.0	6—14	10.4	0.05—2.20	0.77

ulottuu ensiksi mainituilla kasvupaikoilla 1500-luvun lopulta 1900-luvun alkupuolelle, viimeksi mainituilla 1700-luvun alkupuolelta niin ikään 1900-luvun alkupuolelle, joten havaintokaudet vastaavasti käsittävät lähimmiten kolme ja puoli ja tasan kaksi vuosisataa.

Jakson keskipituus liikkuu suomaiden erittelyissä maksimeja tarkastaen rajoissa 18.7—26.0 v., minimejä silmällä pitäen rajoissa 18.0—24.0 v.; kaikki erittelyt huomioon ottaen saadaan keskimääräksi vastaavasti 20.88 ja 20.06 v. Kankaiden erittelyissä jälleen vaihtelee jakson keskipituus maksimeista määrättynä välillä 16.8—23.5 v., minimeistä johdettuna välillä 16.7—25.5 v., ollen kaikki erittelyt mukaan lukien keskimäärin vastaavasti 20.58 ja 21.17 v. Jakson pituuden yleisarvoksi tulee siis suomailla 20.47 v. ja kankailla 20.88 v.

Puolijakson keskipituus on suomaita koskevissa erittelyissä 9.3—11.8 v., keskimäärin 10.33 v. ja kankaita koskevissa 8.4—12.0 v., keskimäärin 10.39 v. Puolijaksosta laskettu jakson pituus on näin ollen kyseissä olevilla kasvupaikoilla vastaavasti 20.66 ja 20.78 v.

Jakson amplitudin vaihteluväli on useissa tapauksissa varsin huomattava. Niinpä kumpaakin kasvupaikkaa edustavista erittelyistä ovat kulloinkin puolet sellaisia, joissa vaihteluvälin laajuus saavuttaa vähintään

arvon 0.5 mm. — Amplitudin keskisuuruus vaihtelee suomailla rajoissa 0.22—0.76 mm ja kankailla rajoissa 0.18—0.77 mm, nousten keskimäärin vastaavasti arvoihin 0.41 ja 0.39 mm.

184. Kasvun 21-vuotisten vaihteluiden jakson ja puolijakson pituutta tarkastellaan lähemmin XXIV ja XXV taulukossa (**152**).

XXIV taulukko.

Kasvun 21-vuotisten vaihteluiden jakson pituus.

Kasvupaikka.	Jakson pituus vuosissa:								Pituus keskimäärin, v.
	13—14	15—16	17—18	19—20	21—22	23—24	25—26	27—28	
Suomaat.....	1	9	11	21	20	9	7	2	20.30
Kankaat.....	1	4	8	19	16	16	1	2	20.75
Yhteensä.....	2	13	19	40	36	25	8	4	20.50

XXV taulukko.

Kasvun 21-vuotisten vaihteluiden puolijakson pituus.

Kasvupaikka.	Puolijakson pituus vuosissa:											Pituus keskimäärin, v.
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Suomaat.....	1	2	5	14	12	20	19	11	5	3	4	10.21
Kankaat.....	—	2	4	15	6	14	13	11	7	5	1	10.32
Yhteensä.....	1	4	9	29	18	34	32	22	12	8	5	10.26
Maks.-min.:												
Suomaat.....	—	2	2	6	6	7	11	6	2	—	4	10.37
Kankaat.....	—	—	2	6	3	4	8	6	6	3	1	10.87
Yhteensä.....	—	2	4	12	9	11	19	12	8	3	5	10.60
Min.-maks.:												
Suomaat.....	1	—	3	8	6	13	8	5	3	3	—	10.06
Kankaat.....	—	2	2	9	3	10	5	5	1	2	—	9.77
Yhteensä.....	1	2	5	17	9	23	13	10	4	5	—	9.93

Jakson pituus vaihtelee suomailla arvoissa 14—27 v., kankailla arvoissa 14—28 v. Jos uloimmat yhden tai kahden tapauksen varassa

olevat luokat jätetään huomioon ottamatta, supistuvat vaihteluvälit vastaavasti rajoihin 15—26 v. ja 16—24 v. Sekä suomaita että kankaita edustavia erittelyjä erikseen tarkastaen kuin myöskin aineistoa kokonaisuudessaan silmällä pitäen havaitaan, että noin puolet tapauksien luvusta jakautumissarjoissa on kasautunut luokkiin 19—22 v. Kankailla on kuitenkin myöskin arvo 23 v. runsaasti edustettuna. Jakson keskipituus onkin kankailla jonkun verran suurempi kuin suomailla, nim. vastaavasti 20.75 ja 20.30 v. Molemmilla kasvupaikoilla yhteensä on jakson pituus keskimäärin 20.50 v. — Jakautumissarjojen perusteella voidaan aineistoa jakson pituuden suhteen pitää jokseenkin yhtenäisenä (187).

Puolijakson pituus on suomailla ja kankailla vastaavasti 5—15 ja 6—15 v. Välille 8—12 v. on suomaita edustavassa jakautumissarjassa joutunut $^4/_5$, kankaita edustavassa sarjassa $^3/_4$ tapauksien lukumäärästä. Puolijakson keskipituus on eri kasvupaikoilla vastaavasti 10.21 ja 10.32 v. sekä aineistossa kokonaisuudessaan 10.26 v. Näistä luvuista johdettu jakson pituus saa siis järjestyksessä arvot 20.42, 20.64 ja 20.52 v.

Vertailtaessa keskenään maksimista minimiin ja minimistä maksimiin luettujen puolijaksojen pituutta voidaan panna merkille, että ensiksi mainitut keskimäärin ovat viimeksi mainittuja suuremmat. Näin ovat asiat sekä suomaita, kankaita että kasvupaikkoja yhdessä tarkastaen, ja saavuttavat kyseissä olevat erotukset vastaavasti arvot 0.31, 1.10 ja 0.67 v.

185. Kasvun 21-vuotisten vaihteluiden amplitudi, josta jo edellä ohimennen oli puhe, on otettu lähemmän tarkastelun alaiseksi XXVI taulukossa (153).

XXVI taulukko.

Kasvun 21-vuotisten vaihteluiden amplitudi.

Kasvupaikka.	Amplitudi, mm:												Keskimäärin, mm.
	0.05-0.10	0.15-0.20	0.25-0.30	0.35-0.40	0.45-0.50	0.55-0.60	0.65-0.70	0.75-0.80	0.85-0.90	0.95-1.00	1.05-1.50	1.55-2.00	2.05-2.50	
Suomaat . . .	7	19	20	14	10	2	9	9	1	2	1	2	—	0.43
Kankaat . . .	10	16	16	12	7	5	2	2	3	1	2	1	1	0.41
Yhteensä . . .	17	35	36	26	17	7	11	11	4	3	3	3	1	0.42

Amplitudin vaihteluväli on huomattavan laaja kumpaakin kasvupaikkaa edustavassa aineistossa. Amplitudin maksimiarvo on suomailla

1.90 mm, kankailla 2.20 mm. Arvon 1.0 mm ylittävät amplitudit ovat kuitenkin poikkeuksellisen suuret. Suomailla $^3/_4$ ja kankailla $^4/_5$ tapauksista saavuttaa korkeintaan arvon 0.5 mm. Tavallisimmin on amplitudin suuruus 0.10—0.40 mm. Tälle välille on suomaiden sarjassa kasautunut likipitäen $^2/_3$ ja kankaiden sarjassa hieman yli $^2/_3$ tapauksien lukumäärästä. Amplitudin keskisuuruus on molemmilla kasvupaikoilla erikseen vastaavasti 0.43 ja 0.41 mm, kasvupaikoilla yhteensä jälleen 0.42 mm.

186. Käännyttäköön nyt tarkastamaan niitä tuloksia, jotka on saatu toimittamalla kasvun 21-vuotisten vaihteluiden ääriarvokohtien ryhmittely (**154**).

Koekohtaa I.1 edustava havaintosarja (1.r) on ryhmittelyä suoritettaessa jätetty huomioon ottamatta, syystä että tämän sarjan orientointi on epävarma (**143**).

Ääriarvokohdat ovat kokeillen järjestetyt 20-, 21- ja 22-vuotista ryhmittelyä soveltaen. Tällöin osoittautui, että kummassakin ensiksi mainitussa tapauksessa saadaan vasemmalle taittuvat, viimeksi mainitussa sitä vastoin täsmälleen pystysuorat vyöhykkeet. Lisäksi on vielä todettu, että tarkempaa asteikkoa käyttäen suoritetuista 40-, 41-, 42-, 43- ja 44-vuotisista ryhmittelyistä viimeksi mainittu (= 2 × 22.0 v.) johtaa parhaimpaan tulokseen. Tästä johtuen on aineiston erittely seuraavassa toimitettu 22-vuotisia ajanjaksoja noudattaen.

187. Ryhmittelyn tulokset ovat esitetyt XXVII ja XXVIII taulukossa (**155**). Tilan säästämiseksi on 1600-luvun alkupuoliskon käsittävä irrallinen erittely L.I.3.R tässä yhteydessä jätetty huomioon ottamatta. Taulukoista on niin ikään jätetty pois erittelyn J.I.5.R antamat tiedot, syystä että ryhmittely on selvästi osoittanut kyseissä olevan sarjan jakson pituuden tässä tarkastettua vaihtelukautta merkityksellisesti lyhyemmäksi [1].

Ensiksi mainittu taulukko osoittaa, että ryhmittelyn vyöhykejako, vuodesta 1689 aloitettuna, noudattaa kaavaa

maks. (min.) (11), min. (maks.) (11).

[1] Sanotun johdosta olisi ehkä ollut oikeinta poistaa koekohtaa J.I koskevat tiedot myöskin eräistä jo aikaisemmin (**184**, **185**) esitetyistä taulukoista. Näihin korjauksiin ei tässä jälkeenpäin ole ryhdytty, syystä että ne eivät sanottavasti muuttaisi saatuja tuloksia. Mainittakoon kuitenkin, että kyseissä olevan erittelyn pois jättäen saadaan jakson pituudeksi kankailla 21.36 v. ja koekohdilla yhteensä 20.75 v.

XXVII taulukko.

Kasvun 21-vuotisten vaihteluiden ääriarvokohdat

	Aikakausi.	Maksimit (minimit). Ajankohdat.
6	1689—1699	(02)
7	1711—1721	(20)
8	1733—1743	38, (38)[2], 39, 40, 45
9	1755—1765	56, 59[2], (59), 60[2], 61, 62, (63), (68)
10	1777—1787	(78), 80[2], 81, 82[2], 84, 86[3], (86), (89)
11	1799—1809	98, (98), 00[2], 03[2], 04[2], (05)[2], 06, 08, 10
12	1821—1831	21[3], 22, 23[2], 25[2], (26), 27, 29, 30, 31, 33
13	1843—1853	38, 39, 42, 45[2], 48[2], 49, (49), 50, 51[2], 52, 59
14	1865—1875	61[2], 65, 67, 68[3], 70[3], (71)
15	1887—1897	84, (87), 90[2], 92[3], 93
16	1909—1919	(05), 14[2], 15

Kaavassa näyttävät sulkusiin asetetut luvut, että kumpikin vyöhyke käsittää 11 vuotta. Rajaviivan vetäminen vyöhykkeiden välille on ollut suhteellisen helppoa. Tosin vyöhykkeet paikoin punoutuvat toisiinsa, mutta tällöin on yleensä kysymys yksinäisistä havainnoista eikä havaintoryhmistä.

188. Tuloksiin nähden on aluksi pantava merkille, että tutkittu aineisto jakautuu kahteen ryhmään, joista toinen noudattaa sovellettua järjestelmää *positiivisesti*, toinen *negatiivisesti*. Edelliseen ryhmään lukeutuvat useimpien koekohtien havaintosarjat ja näin ollen myöskin enimmät havainnot, jälkimmäiseen ryhmään kolmen koekohdan sarjat eli $^1/_5$ havainnoista (**191**).

Havaintojen sopeutumista kyseissä olevaan järjestelmään käy yksityiskohdin tarkastaminen XXVII taulukon avulla.

Poikkeuksien lukumäärä on verraten vähäinen, $^3/_{20}$ havaintojen kokonaisluvusta, ja niiden suunta jokseenkin yhtä usein positiivinen kuin negatiivinen. Poikkeuksien suuruutta silmällä pitäen havaitaan, että niistä $^2/_3$ käsittää korkeintaan 3 vuotta, joten suurehkojen (4—6 vuotta käsittävien) poikkeuksien määrä tekee vain 5 % havaintojen kokonaisluvusta.

järjestettyinä 22-vuotista ryhmittelyä noudattaen.

Minimit (maksimit).		
Aikakausi.	Ajankohdat.	
1700—1710	(10)	6
1722—1732	27, (31)	7
1744—1754	47, 49[2], (49), 51, 52, (52)	8
1766—1776	69[2], (69), 70, 71, 72[2], (72), 73, (74), 75, (78)	9
1788—1798	90, (90), 94, 95, (95), 96[2], 98[2], (99)	10
1810—1820	07, (08), 13[3], 14, (15), (16), 17, 19, 20	11
1832—1842	29[2], 33, (34), 35, 36, 39[2], 40[2], 41, 43, 45	12
1854—1864	48[2], 57[2], 58, 60[4], (60), 61, 62	13
1876—1886	76, 78[2], (79), 80, 81[2], 83	14
1898—1908	(94), 01, 03[2], 06	15
1920—1930	—	16

Enimmät poikkeuksista ovat kasautuneet muutaman määrätyn koekohdan osalle. Tästä päättäen ei ainakaan kaikkia poikkeuksia käy vieminen tilapäissyiden tiliin, vaan täytyy olettaa aineiston eräiltä kohdin osoittavan järjestelmällisesti poikkeavia piirteitä (**191**).

189. Havaintoihin pohjautuvat *keskimääräiset* ääriarvokohdat ovat lasketut aineiston positiiviselle ja negatiiviselle ryhmälle yhteisesti. Keskimäärät ovat XXVIII taulukossa verratut vastaaviin ryhmittelyn perusteella saatuihin teoreettisiin ajankohtiin.

Poikkeukset ovat — muutamaa hataraa kohtaa 1700-luvun alussa lukuun ottamatta — sangen vähäiset.

Merkille on pantava, että erotukset teoreettisten ja havaittujen ajankohtien välillä 1700-luvulla ovat järjestään negatiiviset, 1800-luvulla (ja 1900-luvun alussa) melkein poikkeuksetta positiiviset.

Erotuksien keskimäärä on toisessa vyöhykkeessä + 0.5 v., toisessa — 0.1 v. Näin ollen ei havaintokausi kokonaisuudessaan osoita poikkeavaisuutta määrättyyn suuntaan.

190. Puheina oleva taulukko näyttää keskimääräisten ääriarvokohtien ohella myös näistä johdetut jakson ja puolijakson pituudet.

XXVIII taulukko.

Kasvun 21-vuotisten vaihteluiden keskimääräiset ääriarvokohdat verrattuina vastaaviin 22-vuotisen ryhmittelyn perusteella saatuihin teoreettisiin ajankohtiin sekä jakson ja puolijakson keskimääräiset pituudet.

	Kauden keskus, α.	Keskimääräinen maksimi (minimi), β.	Erotus $\alpha-\beta$.	Jakson pituus, v.	Maksimista minimiin (minimistä maksimiin), v.	Kauden keskus, α.	Keskimääräinen minimi (maksimi), β.	Erotus $\alpha-\beta$.	Jakson pituus, v.	Minimistä maksimiin (maksimista minimiin), v.	
6	1694.0	[1702.0]	[—8.0]		[8.0]	1705.0	[1710.0]	[—5.0]		[10.0]	6
				[18.0]					[19.0]		
7	1716.0	[1720.0]	[—4.0]		[9.0]	1727.0	1729.0	—2.0		10.7	7
				[19.7]					20.9		
8	1738.0	1739.7	—1.7		10.2	1749.0	1749.9	—0.9		10.8	8
				21.0					22.1		
9	1760.0	1760.7	—0.7		11.3	1771.0	1772.0	—1.0		11.3	9
				22.6					23.1		
10	1782.0	1783.3	—1.3		11.8	1793.0	1795.1	—2.1		8.3	10
				20.1					19.0		
11	1804.0	1803.4	+0.6		10.7	1815.0	1814.1	+0.9		11.4	11
				22.1					23.1		
12	1826.0	1825.5	+0.5		11.7	1837.0	1837.2	—0.2		10.4	12
				22.1					20.4		
13	1848.0	1847.6	+0.4		10.0	1859.0	1857.6	+1.4		9.6	13
				19.6					21.9		
14	1870.0	1867.2	+2.8		12.3	1881.0	1879.5	+1.5		10.5	14
				22.8					21.9		
15	1892.0	1890.0	+2.0		11.4	1903.0	1901.4	+1.6		10.6	15
				22.0					—		
16	1914.0	1912.0	+2.0		—	1925.0	—	—		—	16
	Keskimäärin . . .		+0.51	21.54	11.18	Keskimäärin . . .		—0.09	21.55	10.40	

Jakson pituus on kummastakin ääriarvosta erikseen laskien melkein sama ja keskimäärin 21.55 v. Hakasiin asetetut luvut mukaan lukien saadaan 21.00, 21.27 ja keskimäärin 21.14 v. Aikaisemmin (**184**) johdettu jakson pituus on nyt saatuja arvoja huomattavasti pienempi.

Maksimista minimiin (aineiston negatiivisessa ryhmässä minimistä maksimiin) luettu puolijakso on keskimäärin 11.18 v., minimistä maksimiin (maksimista minimiin) luettu keskimäärin 10.40 v. Ottamalla mukaan hakasilla varustetut luvut saadaan vastaavasti keskimäärin 10.64 ja 10.36 v. Erotus puolijaksojen välillä on vastaavasti + 0.8 ja + 0.3 v., siis kummassakin tapauksessa positiivinen ja numeeriselta arvoltaan varsin huomattava. Taulukossa on viereisten puolijaksojen erotus niin ikään useimmiten positiivinen. Molempien puolijaksojen pituudet näyttävät tämän perusteella olevan merkityksellisesti erisuuret.

191. Kasvun 21-vuotisten vaihteluiden maksimit ja minimit kullakin koekohdalla ovat rinnastetut keskenään XXIX ja XXX taulukossa (**156**). Ensiksi mainitusta, suomaita esittävästä taulukosta ovat tietenkin koekohtaa I.I edustavat epävarmat tiedot jätetyt pois (**143**). Viimeksi mainittuun taulukkoon, joka käsittää aineiston kankaat, on sitä vastoin vertauksen vuoksi otettu ryhmittelyn ulkopuolelle jätetty poikkeuksellinen koekohta J.I (**187**).

Edellä on jo huomautettu siitä, että suurin osa aineistosta sopeutuu positiivisesti ryhmittelyn avulla johdettuun järjestelmään. Oman ryhmänsä muodostavat tässä suhteessa koekohdat L.I, J.III ja E.I, joiden havaintosarjat noudattavat sanottua järjestelmää negatiivisesti (**188**).

Edellä on niin ikään jo alustavasti tarkastettu, missä määrin havainnot pysyvät toimitetun vyöhykejaon asettamissa rajoissa (**188**). Tähän kysymykseen luo lisävalaistusta seuraava yhdistelmä, joka näyttää aineistoon sisältyvät vuotta suuremmat poikkeukset (**157**).

B.I : min. 1829 (— 3), maks. 1839 (— 4), min. 1848 (— 6), maks. 1861 (— 4).
B.III: min. 1829 (— 3), maks. 1838 (— 5), min. 1848 (— 6), maks. 1861 (— 4).
L.I : min. 1702 (+ 3).
I.III : maks. 1745 (+ 2).
J.III : min. 1768 (+ 3), maks. 1778 (+ 2), min. 1789 (+ 2), maks. 1894 (— 4), min. 1905 (— 4).
J.V : maks 1833 (+ 2), min. 1845 (+ 3), maks.1859 (+ 6).
A.VI : maks. 1884 (— 3).
J.VI : min. 1807 (— 3).
E.I : maks. 1808 (— 2).

Esitetyssä poikkeuksien luettelossa ovat edustettuina puolet tarkastetuista koekohdista. Maksimit ja minimit esiintyvät luettelossa yhtä lukuisina. Negatiivisia poikkeuksia on runsaammin kuin positiivisia. Havaintojen lukumäärää silmällä pitäen on poikkeuksia suhteellisesti vähemmän 1700-luvulla kuin 1800-luvulla.

On huomattava, että enimmät ja suurimmat poikkeukset ovat kasautuneet neljän koekohdan osalle. Merkille on myöskin pantava, että tällöin aina ovat kyseissä usean peräkkäisen ääriarvon osoittamat samansuuntaiset poikkeukset. Niinpä koekohtien B.I ja B.III ääriarvot 1820-luvun lopulta 1860-luvun alkuun säännöllisesti poikkeavat negatiiviseen suun-

XXIX taulukko.

Kasvun 21-vuotisten vaihteluiden toisiaan

	Maksimit.									
	B.I	B.II	B.III	B.IV	A.V	L.I	I.III	J.III	J.V	E.II
1	—	—	—	—	—	1599	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	1618	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	1636	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	1655	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	—	—	—	—	—	1710	—	—	—	—
8	—	—	1738	—	—	1731	1745	—	1740	—
9	—	1756	1759	—	—	1752	1760	—	1759,-61	1760
10	—	1782	1780	—	1786	1772,-74	1786	1778	1780,-81	1784
11	—	1803	1804	—	1808	1795	1803	1799	1800	1804
12	1821	—	1821	1827	1825	1816	—	1815	1833	1823
13	1839	—	1838	1849	1852	—	—	1834	1859	—
14	1861	—	1861	1870	—	—	—	1860	—	—
15	—	—	—	1892	—	—	—	1879	—	—
16	—	—	—	1915	—	—	—	1894	—	—

XXX taulukko.

Kasvun 21-vuotisten vaihteluiden toisiaan

	Maksimit.										
	A.I	A.II	A.III	A.IV	A.VI	J.I	J.IV	J.VI	E.I	E.IV	E.V
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	1730	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	1762	—	1749	—	—
10	—	—	—	—	—	—	1782	—	1769	—	1786
11	—	1800	—	1810	—	—	—	1798	1790	—	1806
12	—	1823	1830	1829	1822	1832	—	1821	1808	1831	1825
13	1848	1848	1851	1850	1842	1850	—	1845	—	1851	1845
14	1868	1868	1870	1868	1865	1865	—	—	—	1870	1867
15	1890	1892	1892	—	1884	1881	—	—	—	1893	1890
16	—	1914	1914	—	—	1899	—	—	—	—	—

vastaavat ääriarvot suomaiden eri koekohdilla.

Minimit.										
B.I	B.II	B.III	B.IV	A.V	L.I	I.III	J.III	J.V	E.II	
—	—	—	—	—	1609	—	—	—	—	1
—	—	—	—	—	1626	—	—	—	—	2
—	—	—	—	—	1645	—	—	—	—	3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
—	—	—	—	—	1702	—	—	—	—	6
—	—	—	—	—	1720	—	—	—	—	7
—	—	1749	—	—	1738	1752	—	1751	1747	8
—	1771	1769	—	1775	1763	1772	1768	1769,-70	1772	9
—	1795	1794	—	1798	1786	1796	1789	1790	1796	10
—	—	1813	—	1814	1805	—	1805	—	1813	11
1829	—	1829	1840	1840	—	—	1826	1845	—	12
1848	—	1848	1860	—	—	—	1849	—	—	13
—	—	—	1881	—	—	—	1871	—	—	14
—	—	—	1903	—	—	—	1887	—	—	15
—	—	—	—	—	—	—	1905	—	—	16

vastaavat ääriarvot kankaiden eri koekohdilla.

Minimit.										
A.I	A.II	A.III	A.IV	A.VI	J.I	J.IV	J.VI	E.I	E.IV	E.V	
—	—	—	—	—	—	1727	—	—	—	—	7
—	—	—	—	—	—	1749	—	1738	—	—	8
—	—	—	—	—	—	1773	—	1759	—	—	9
—	—	—	—	—	—	—	—	1778	—	1798	10
—	1813	—	1817	—	—	—	1807	1798	1820	1819	11
—	1836	1841	1839	1833	1840	—	1835	—	1843	1839	12
1860	1860	1862	1861	1857	1858	—	1858	—	1860	1857	13
1880	1881	1878	—	1876	1872	—	—	—	1883	1878	14
—	1903	1906	—	—	1891	—	—	—	1901	—	15
—	—	—	—	—	1907	—	—	—	—	—	16

taan, koekohdan J.V ääriarvot 1830-luvun alusta 1850-luvun loppuun yhtä säännöllisesti positiiviseen suuntaan. Koekohta J.III jälleen osoittaa positiivisia poikkeuksia 1760-luvun lopulta 1780-luvun loppuun, negatiivisia poikkeuksia 1890- ja 1900-luvuilla. Kyseissä olevia suomaita edustavat havaintosarjat näyttävät näin ollen mainituilta kohdin järjestelmällisesti poikkeavan muusta aineistosta.

192. Äsken koekohdittain esitetyille tiedoille on rakennettu vertailu eri kasvupaikkoja edustavien aineistojen välillä. Tulokset ovat kootut XXXI taulukkoon, joka näyttää keskimääräiset ääriarvokohdat ja jakson pituudet suomailla ja kankailla toisiinsa verrattuina (**158**). Vertailu on toimitettu noudatettuun järjestelmään positiivisesti sopeutuvaa aineistoa käyttäen, joten suomaista koekohdat L.I ja J.III, kankaista koekohdat J.I ja E.I ovat jätetyt huomioon ottamatta (**191**). Tästä johtuen rajoittuu vertailukausi 1700-luvun ensimmäisten vuosikymmenien jälkeiseen aikaan.

XXXI taulukko.

Kasvun 21-vuotisten vaihteluiden keskimääräiset ääriarvokohdat ja jakson pituudet suomailla ja kankailla toisiinsa verrattuina.

	Maksimit.					Minimit.					
	Ajankohdat.			Jakson pituus, v.		Ajankohdat.			Jakson pituus, v.		
	Suomaat, *a.*	Kankaat, *b.*	Erotus *a*—*b.*	Suomaat.	Kankaat.	Suomaat, *a.*	Kankaat, *b.*	Erotus *a*—*b.*	Suomaat.	Kankaat.	
8	1741.0	[1739.0]	[+2.0]			1749.8	[1749.0]	[+0.8]			8
9	1759.2	[1762.0]	[—2.8]	18.2	[23.0]	1771.1	[1773.0]	[—1.9]	21.3	[24.0]	9
10	1782.7	1784.0	—1.3	23.5	[22.0]	1794.8	[1798.0]	[—3.2]	23.7	[25.0]	10
11	1803.7	1803.5	+0.2	21.0	19.5	1813.3	1815.2	—1.9	18.5	[17.2]	11
12	1825.0	1825.9	—0.9	21.3	22.4	1836.6	1838.0	—1.4	23.3	22.8	12
13	1847.4	1847.5	—0.1	22.4	21.6	1852.0	1859.4	—7.4	15.4	21.4	13
14	1864.0	1868.0	—4.0	16.6	20.5	[1881.0]	1879.3	[+1.7]	[29.0]	19.9	14
15	[1892.0]	1890.2	[+1.8]	[28.0]	22.2	[1903.0]	1903.3	[—0.3]	[22.0]	24.0	15
16	[1915.0]	1914.0	[+1.0]	[23.0]	23.8	—	—	—	—	—	16
	Keskimäärin ...		—1.22	20.50	21.67	Keskimäärin ...		—3.57	20.44	22.03	

Jakson keskimääräinen pituus on taulukon perusteella tuntuvasti lyhyempi suomailla kuin kankailla. Maksimeista johtaen on vastaavasti saatu 20.50 ja 21.67 v., minimeistä laskien 20.44 ja 22.03 v. eli siis yleisarvoina 20.47 ja 21.85 v., joten jakson keskipituus soilla olisi 1.4 v. lyhyempi kuin kankailla. Tämä erotus hupenee kuitenkin merkityksettömän pieneksi jos hakasiin pannut luvut mukaan ottaen lasketaan kyseissä olevat arvot vertailukaudelle kokonaisuudessaan. Tällöin saadaan nim. suomaille ja kankaille vastaavasti maksimeista 21.75 ja 21.88 v., minimeistä 21.89 ja 22.04 v. eli siis yleisarvoina 21.82 ja 21.96 v.

Erotus suomaita ja kankaita edustavien keskimääräisten ääriarvokohtien välillä on useimmissa tapauksissa negatiivinen. Taulukon mukaan on erotus maksimeista laskien keskimäärin — 1.22 v., minimeistä lukien — 3.57 v. Viimeksi mainittu arvo on kuitenkin katsottava numeerisesti liioitelluksi. Ottamalla huomioon hakasiin asetetut luvut saadaan nim. maksimeista ja minimeistä vastaavasti keskimäärin — 0.46 ja — 1.70 v. Näin ollen lienee oikeinta määritellä saatu tulos siten, että tarkastetun vaihtelukauden samannimiset ääriarvot ovat sattuneet suomailla keskimäärin vuotta aikaisemmin kuin kankailla.

Kasvun 35-vuotiset vaihtelut.

193. Sädekasvun 35-vuotisia vaihteluita koskevat erittelyt luetellaan XXXII ja XXXIII taulukossa (**151**). Suomaita edustavat havaintosarjat sisältyvät ensiksi mainittuun, kankaita edustavat viimeksi mainittuun taulukkoon.

Erittelyiden käsittämät ajanjaksot ovat pituudeltaan suomailla 70—160 v., kankailla 90—150 v. Havaintokausi kokonaisuudessaan yltää suomailla lähemmä kolme ja puoli, kankailla yli kaksi ja puoli vuosisataa menneisiin aikoihin, ulottuen kummallakin kasvupaikalla 1900-luvun alkupuolelta vastaavasti 1500-luvun loppuun ja 1600-luvun puoliväliin.

XXXI taulukko.

Erittelyt kasvun 35-vuotisista vaihteluista suomailla.

Erittelyn n:o.	Sarjan merkintä.	Tutkittu ajanjakso.	Jakson pituus		Puolijakson pituuden		Jakson amplitudin	
			maksimeista, v.	minimeistä, v.	vaihteluväli, v.	keskimäärä, v.	vaihteluväli, mm.	keskimäärä, mm.
8	B.II.10.r	1830—1920	34.0	33.0	14—18	16.5	0.10—0.30	0.18
15	B.III.15.r	1670—1800	38.5	37.5	15—22	19.4	0.50—0.70	0.63
16	B.III.30.R	1780—1890	33.0	43.0	12—22	18.3	0.60—1.00	0.85
17	B.III.31.R	1820—1890	37.0	—	18—19	18.5	0.60—0.65	0.63
39	A.V.5.R	1790—1920	34.0	37.5	15—25	18.6	0.25—0.50	0.36
51	L.I.2.R	1770—1890	38.0	37.0	17—20	19.0	0.15—0.40	0.24
70	J.III.4.R	1760—1920	35.3	35.3	13—20	17.6	0.20—0.75	0.44
83	J.V.3.r	1770—1890	39.0	40.0	17—23	19.5	0.25—0.35	0.30
101	E.II.2.r	1590—1720	34.3	32.7	13—21	17.0	0.10—0.40	0.21
102	E.II.6.R	1710—1800	47.0	31.0	14—30	20.3	0.40—1.40	0.78
103	E.II.1.r	1760—1850	43.0	36.0	18—25	20.3	0.25—0.55	0.38

XXXIII taulukko.

Erittelyt kasvun 35-vuotisista vaihteluista kankailla.

Erittelyn n:o.	Sarjan merkintä.	Tutkittu ajanjakso.	Jakson pituus		Puolijakson pituuden		Jakson amplitudin	
			maksimeista, v.	minimeistä, v.	vaihteluväli, v.	keskimäärä, v.	vaihteluväli, mm.	keskimäärä, mm.
27	A.II.5.R	1820—1920	33.0	35.5	12—21	17.8	0.15—0.45	0.30
34	A.IV.3.r	1810—1920	33.5	32.5	11—19	15.6	0.30—0.50	0.43
44	A.VI.4.R	1810—1900	31.0	31.0	14—17	15.0	0.45—1.10	0.75
53	L.II.1.R	1810—1920	34.5	34.5	14—21	16.6	0.10—0.45	0.24
66	J.II.2.R	1770—1880	31.0	31.5	10—21	16.4	0.25—2.15	0.82
75	J.IV.1.r	1660—1810	35.3	34.3	11—22	16.7	0.10—0.90	0.38
76	J.IV.2.r	1800—1920	39.5	37.0	11—23	18.0	0.15—0.40	0.27
89	J.VI.1.R	1800—1920	36.0	37.0	11—26	18.2	0.20—0.80	0.38
97	E.I.4.R	1660—1780	38.5	39.5	16—25	19.4	0.15—0.65	0.37
98	E.I.2.R	1760—1890	44.5	36.0	17—31	22.3	0.20—0.65	0.38
108	E.V.6.R	1790—1920	34.0	33.0	12—26	16.4	0.10—0.95	0.59

Jakson keskipituus vaihtelee suomaiden erittelyissä maksimeista laskien arvoissa 33.0—47.0 v., minimeistä lukien arvoissa 31.0—43.0 v., ollen keskimäärin vastaavasti 37.55 ja 36.30 v. Kankaiden erittelyissä liikkuu jakson keskipituus maksimeista määrättynä rajoissa 31.0—44.5 v., minimeistä johdettuna rajoissa 31.0—39.5 v., nousten keskimäärin vastaavasti arvoihin 35.53 ja 34.71 v. Jakson pituuden yleisarvo on suomailla 36.95 v. ja kankailla 35.12 v.

Puolijakson keskipituus on suomailla 16.5—20.3 v., kankailla 15.0—22.3 v., eli kummallakin kasvupaikalla keskimäärin vastaavasti 18.64 ja 17.49 v. Näiden lukujen perusteella saadaan siis jakson pituuden arvoksi suomailla 37.28 v. ja kankailla 34.98 v.

Jakson amplitudin vaihteluväli on tutkituissa suomaiden havaintosarjoissa yleensä suhteellisen suppea, ylittäen vain poikkeustapauksissa arvon 0.5 mm. Tarkastetuissa kankaiden sarjoissa on vaihteluvälin laajuus sitä vastoin enimmäkseen sangen huomattava, nousten useassa tapauksessa yli sanotun arvon 0.5 mm. — Amplitudin keskisuuruus liikkuu suomailla rajoissa 0.18—0.85 mm, kankailla rajoissa 0.24—0.82 mm, ollen molemmilla kasvupaikoilla keskimäärin 0.45 mm.

194. Kasvun 35-vuotisia vaihteluita koskevissa erittelyissä esiintyvät jakson ja puolijakson pituudet ovat kootut XXXIV ja XXXV taulukkoon (152).

XXXIV taulukko.

Kasvun 35-vuotisten vaihteluiden jakson pituus.

Kasvupaikka.	Jakson pituus vuosissa: 25—26	27—28	29—30	31—32	33—34	35—36	37—38	39—40	41—42	43—44	45—46	47—48	Pituus keskimäärin, v.
Suomaat	—	—	—	4	6	6	7	4	—	4	—	1	36.75
Kankaat	1	1	6	5	2	4	2	5	2	4	1	1	35.85
Yhteensä	1	1	6	9	8	10	9	9	2	8	1	2	36.29

XXXV taulukko.

Kasvun 35-vuotisten vaihteluiden puolijakson pituus.

Kasvupaikka.	Puolijakson pituus vuosissa: 9—10	11—12	13—14	15—16	17—18	19—20	21—22	23—24	25—26	27—28	29—30	31—32	Pituus keskimäärin, v.
Suomaat	—	1	4	3	16	10	5	1	2	—	1	—	18.56
Kankaat	1	6	7	6	9	6	6	2	3	—	—	1	17.82
Yhteensä	1	7	11	9	25	16	11	3	5	—	1	1	18.01
Maks.-min.:													
Suomaat	—	—	2	2	8	3	3	—	1	—	—	—	17.95
Kankaat	—	2	3	4	4	5	3	1	1	—	—	1	18.08
Yhteensä	—	2	5	6	12	8	6	1	2	—	—	1	18.02
Min.-maks.:													
Suomaat	—	1	2	1	8	7	2	1	1	—	1	—	19.04
Kankaat	1	4	4	2	5	1	3	1	2	—	—	—	16.91
Yhteensä	1	5	6	3	13	8	5	2	3	—	1	—	18.00

Jakson pituus liikkuu suomailla rajoissa 31—47 v., kankailla rajoissa 26—48 v. Vaikka äärimmäiset luokat, joihin on sattunut vain joku yksinäinen tapaus kuhunkin, jätettäisiinkin lukuun ottamatta, jää vaihteluväli kuitenkin melkoiseksi, käsittäen vastaavasti arvot 31—43 ja 29—43 v. Vakuuttavan selvää kasautumiskohtaa ei jakautumissarjoissa voida ha-

vaita. Tosin on suomaiden sarjassa välille 33—37 v. kertynyt yli puolet ja kankaiden sarjassa välille 29—31 v. kolmasosa tapauksista, mutta kummassakin sarjassa ovat sitäpaitsi arvot 40 ja 43 v. ja kankailla myöskin arvo 36 v. suhteellisen runsaasti edustettuina. Tämä voi kyllä johtua aineiston vähälukuisuudesta, mutta saattaa myöskin olla merkkinä siitä, että aineisto jakson pituuden suhteen ei ole yhtenäinen (**196, 197**). — Jakson keskipituudeksi saadaan suomailla 36.75 v., kankailla 35.85 v. ja kasvupaikoilla yhteensä 36.29 v.

Puolijakson pituus on käytännöllisesti katsoen suomailla 13—25 v., kankailla 11—26 v. Jakautumissarjojen runsaimmin edustettuja luokkia silmällä pitäen havaitaan, että $^2/_3$ tapauksista suomaiden sarjassa kasautuu välille 17—21 v., jota vastoin sama määrä tapauksista kankaiden sarjassa hajautuu välille 14—21 v. Puolijakson keskipituus onkin ensiksi mainituilla kasvupaikoilla jonkun verran suurempi kuin viimeksi mainituilla, nim. vastaavasti 18.56 ja 17.52 v., aineistossa yhteensä 18.01 v. Puolijaksosta johdettu jakson pituus on näin ollen, äskeistä järjestystä noudattaen, 37.12, 35.04 ja 36.02 v.

Maksimista minimiin luetut puolijaksot ovat suomailla keskimäärin 1.09 v. lyhyemmät, kankailla keskimäärin 1.17 v. pitemmät kuin minimistä maksimiin luetut puolijaksot. Aineistoa kokonaisuutena tarkastaen ovat tästä johtuen kummallakin tavalla määrätyt puolijaksot keskimäärin jokseenkin samanpituiset.

195. Kasvun 35-vuotisten vaihteluiden amplitudia kosketeltiin jo muutamin sanoin toisessa yhteydessä (**193**). XXXVI taulukon tarkoituksena on luoda asiaan lisävalaistusta (**153**).

XXXVI taulukko.

Kasvun 35-vuotisten vaihteluiden amplitudi.

Kasvupaikka.	Amplitudi, mm:													Keskimäärin, mm.
	0.05-0.10	0.15-0.20	0.25-0.30	0.35-0.40	0.45-0.50	0.55-0.60	0.65-0.70	0.75-0.80	0.85-0.90	0.95-1.00	1.05-1.50	1.55-2.00	2.05-2.50	
Suomaat . . .	3	6	7	10	2	7	4	1	—	2	1	—	—	0.44
Kankaat . . .	2	9	10	5	10	1	4	1	2	1	1	—	1	0.45
Yhteensä . . .	5	15	17	15	12	8	8	2	2	3	2	—	1	0.45

XXXVII taulukko.

Kasvun 35-vuotisten vaihteluiden ääriarvokohdat

	Maksimit (minimit).	
	Aikakausi.	Ajankohdat.
1	1587—1605	—
2	1624—1642	34
3	1661—1679	65, 84
4	1698—1716	88, 98, 03, 14
5	1735—1753	31, 34, 37, 50
6	1772—1790	75, 80, 81^3, 84, 85, 86, 90
7	1809—1827	12, 15, 18, 20, 23^3, 24, 25, 26^3, 27, 29^2, (32)
8	1846—1864	48, 49, 55, 57^2, 59^2, 60, 62^2, 63^2, (63), 64^3
9	1883—1901	86, 88, 92, 93, 94, 95, 96^2, 97

Amplitudin vaihteluväli on melkoinen kummankin kasvupaikan aineistossa. Amplitudin suurin laajuus on suomailla 1.40 mm ja kankailla 2.15 mm. Yleensä ei amplitudi sentään nouse 0.7 mm isompiin arvoihin. Välille 0.20—0.40 mm kasautuu suomaiden jakautumissarjassa tasan puolet ja kankaiden sarjassa lähipitäen puolet tapauksista. Amplitudin keskimääräinen suuruus on suomailla ja kankailla vastaavasti 0.44 ja 0.45 mm sekä kasvupaikoilla yhteensä 0.45 mm.

196. Ryhdyttäköön nyt käsittelemään kasvun 35-vuotisten vaihteluiden lähempää selvittelyä varten suoritettua ääriarvokohtien ryhmittelyä (**154**).

Ääriarvokohtien järjestäminen määrättyä ryhmittelyä noudattaen on tässä tapauksessa osoittautunut varsin hankalaksi. Kokeillen on sovellettu useita ryhmittelyjä, ensinnäkin 32-vuotisesta aina 40-vuotiseen saakka. Näistä järjestelmistä ovat 32- ja 33-vuotiset havaitut selvästi liian lyhyeiksi, 39- ja 40-vuotiset ilmeisesti liian pitkiksi. Sekä 34- että 35- ja etenkin 36-vuotinen ryhmittely johtaa hyvään tulokseen, jos otetaan huomioon vain tutkimuskauden jälkimmäistä puoliskoa eli tarkemmin sanoen ajanjaksoa 1780—1920 edustavat ääriarvot. Koko havaintokaudelle, joka ulottuu aina 1600-luvun alkuun, soveltuvat sitä vastoin vain 37- ja 38-vuotiset ryhmittelyt, ja näistä ensiksi mainittu paremmin

järjestettyinä 37-vuotista ryhmittelyä noudattaen.

Minimit (maksimit).		
Aikakausi.	Ajankohdat.	
1606—1623	16	1
1643—1660	47	2
1680—1697	83, 84, 98	3
1717—1734	06, 18, 20, 29	4
1754—1771	47, 51, 58, 72	5
1791—1808	93, 00, 03, 04, 05, 06^3, 12	6
1828—1845	31, 34, 36^3, 37, 40^2, 41, 42^3, 44, 45, 46, (46), 47, 52	7
1865—1882	66, 75, 76, (77), 78^3, 80^3, 81^2	8
1902—1919	99, 07^2, 08	9

kuin viimeksi mainittu. Tämän tuloksen tarkistamiseksi on vielä kokeiltu 72- à 76-vuotisilla ryhmittelyillä. Näistä ovat parhaimpiin ja keskenään jokseenkin samanarvoisiin tuloksiin johtaneet 73- ja 74-vuotiset järjestelyt. Seuraavassa noudatetaan tämän takia yksinkertaisuuden vuoksi 37-vuotista ryhmittelyä.

197. Ryhmittelyn tulokset ovat kootut XXXVII ja XXXVIII taulukkoon (**155**). Ryhmittelyn vyöhykejako on, vuodesta 1587 alkaen, suoritettu kaavan

maks. (min.) (19), min. (maks.) (18)

mukaisesti. Maksimi- (minimi-) vyöhyke käsittää siis 19 vuotta, minimi- (maksimi-) vyöhyke 18 vuotta. Vyöhykkeiden erottaminen toisistaan edullisimmalla tavalla on ollut yhtä hankalaa kuin sopivimman ryhmittelyperustan löytäminen. Laajemmalle aineistolle rakentuvat tutkimukset saattavat näin ollen hyvinkin osoittaa jotkut muutokset tarpeellisiksi.

198. Sovellettuun järjestelmään sopeutuvat tutkitut havaintosarjat *positiivisesti* lukuun ottamatta yhtä sarjaa, joka käsittää vain muutaman havainnon. Ohimennen mainittakoon, että jos vyöhykejaon alkukohtaa

siirrettäisiin neljä vuotta eteenpäin ajassa, noudattaisi vielä toinenkin sarja näin syntynyttä järjestelmää *negatiivisesti* (**201**).

Havaintojen huomataan XXXVII taulukkoa lähemmin tarkastettaessa melko hyvin pysyttelevän asetetuissa rajoissa. Poikkeuksien lukumäärä on n. $^1/_6$ havaintojen kokonaisluvusta. Poikkeuksista kuitenkin $^2/_3$ käsittää enintään 4 vuotta, joten suurehkojen (5 tai 7) ja suurien (10 tai 11 vuotta käsittävien) poikkeuksien lukumäärä yhteensä nousee vain 5 %:iin havaintojen kokonaisluvusta. Kumpaankin suuntaan sattuneet poikkeukset ovat jokseenkin yhtä runsaasti edustetut. Poikkeuksien jakautumisesta eri koekohtien osalle tulee edempänä puhe (**201**).

199. Havaintoihin perustuvia *keskimääräisiä* ääriarvokohtia laskettaessa ovat sovellettuun järjestelmään negatiivisesti sopeutuvat harvalukuiset havainnot otetut huomioon täysin samanarvoisina positiivisesti sopeutuvien kanssa. Saadut keskimäärät ovat XXXVIII taulukossa verratut vastaaviin ryhmittelyn avulla johdettuihin teoreettisiin ajankohtiin.

Poikkeukset ovat useassa tapauksessa melkoiset, mutta tasoittavat ne koko havaintokautta silmällä pitäen jokseenkin tarkkaan toisensa. Keskimääräinen poikkeus on nim. toisessa vyöhykkeessä — 0.73 v., toisessa + 0.76 v.

Seurattaessa teoreettisten ja havaittujen ajankohtien erotuksen kehitystä ajan mukana voidaan panna merkille, että erotus 1600-luvun loppupuolelta 1700-luvun puoliväliin on positiivinen ja tästä edelleen 1800-luvun loppuun negatiivinen.

200. Puheina oleva taulukko esittää myöskin keskimääräisten ääriarvokohtien avulla määrätyt jakson ja puolijakson pituudet.

Jakson keskimääräiseksi pituudeksi on saatu maksimeista (minimeistä) 36.42 ja minimeistä (maksimeista) 36.17 v. eli yleisarvona 36.30 v. Tämä arvo vastaa tarkoin aikaisemmin johdettua keskimäärää (**194**). Ottamalla huomioon myös hakasilla varustetut, 1600-lukua edustavat arvot, saadaan vastaavasti 37.00, 36.16 ja 36.58 v., siis äskeistä jonkun verran isompi yleisarvo.

Maksimista minimiin (minimistä maksimiin) luettu puolijakso on keskimäärin 17.01 v., minimistä maksimiin (maksimista minimiin) luettu keskimäärin 18.62 v., ja lukujen välinen erotus siis — 1.6 v. Hakasiin asetetut luvut mukaan ottaen saadaan vastaavasti keskimäärät 16.51 ja 19.65 v. sekä erotus — 3.1 v. Keskimäärien erotuksen näyttämää tulosta

XXXVIII taulukko.

Kasvun 35-vuotisten vaihteluiden keskimääräiset ääriarvokohdat verrattuina vastaaviin 37-vuotisen ryhmittelyn perusteella saatuihin teoreettisiin ajankohtiin sekä jakson ja puolijakson keskimääräiset pituudet.

	Kauden keskus, α.	Keskimääräinen maksimi (minimi), β.	Erotus $\alpha-\beta$.	Jakson pituus, v.	Maksimista minimiin (minimistä maksimiin), v.	Kauden keskus, α.	Keskimääräinen minimi (maksimi), β.	Erotus $\alpha-\beta$.	Jakson pituus, v.	Minimistä maksimiin (maksimista minimiin), v.	
1	1596.0	—	—	—	—	1614.5	[1616.0]	[—1.5]	[31.0]	[18.0]	1
2	1633.0	[1634.0]	[—1.0]	[40.5]	[13.0]	1651.5	[1647.0]	[+4.5]	[41.3]	[27.5]	2
3	1670.0	1674.5	—4.5	26.3	13.8	1688.5	1688.3	+0.2	30.0	12.5	3
4	1707.0	1700.8	+6.2	37.2	17.5	1725.5	1718.3	+7.2	38.7	19.7	4
5	1744.0	1738.0	+6.0	44.8	19.0	1762.5	1757.0	+5.5	46.9	25.8	5
6	1781.0	1782.8	—1.8	40.9	21.1	1799.5	1803.9	—4.4	37.3	19.3	6
7	1818.0	1823.7	—5.7	35.6	17.5	1836.5	1841.2	—4.7	36.0	18.1	7
8	1855.0	1859.3	—4.3	33.7	17.9	1873.5	1877.2	—3.7	28.1	15.8	8
9	1892.0	1893.0	—1.0		12.3	1910.5	1905.3	+5.2		—	9
	Keskimäärin..		—0.73	36.42	17.01	Keskimäärin..		+0.76	36.17	18.62	

tuskin sentään voidaan pitää merkityksellisenä, syystä että viereisiä puolijaksoja parittain toisiinsa verrattaessa erotus yhtä usein on positiivinen kuin negatiivinen.

201. Kasvun 35-vuotisten vaihteluiden maksimit ja minimit ovat koekohdittain esitetyt XXXIX ja XL taulukossa, joista ensiksi mainittu käsittää aineiston suomaat, viimeksi mainittu kankaat (**156**).

Melkein kaikkia koekohtia edustavat havaintosarjat sopeutuvat, kuten jo edellä on sanottu, positiivisesti ryhmittelyn perusteella syntyneeseen järjestelmään. Poikkeuksen tässä suhteessa tekee vain koekohdan A. VI

XXXIX taulukko.

Kasvun 35-vuotisten vaihteluiden toisiaan

	Maksimit.						
	B.II	B.III	A.V	L.I	J.III	J.V	E.II
1	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	1634
3	—	—	—	—	—	—	1665
4	—	1703	—	—	—	—	1698
5	—	1737	—	—	—	—	1734
6	—	1780	—	1784	—	1785	1781,-81
7	—	1826,-27	1825	1823	1812	1829	1824
8	1862	1859,-64	1857	1860	1849	1863	—
9	1896	—	1893	—	1886	—	—

XL taulukko.

Kasvun 35-vuotisten vaihteluiden toisiaan

	Maksimit.								
	A.II	A.IV	A.VI	L.II	J.II	J.IV	J.VI	E.I	E.V
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	1684	—	—	—
4	—	—	—	—	—	1714	—	1688	—
5	—	—	—	—	—	1750	—	1731	—
6	—	—	—	—	1786	1790	—	1775	—
7	—	1829	—	1826	1815	1818	1820	1823	1826
8	1855	1859	1846	1862	1848	1857	1863	1864	1864
9	1888	1896	1877	1895	—	1897	1892	—	1894

sarja, jonka kulku aineiston toisten sarjojen kulkuun verraten on käänteinen. Ohimennen mainittakoon, että jos noudatettua vyöhykejakoa jonkun verran muutettaisiin, sopeutuisi myöskin koekohtaa J.III edustava sarja järjestelmään negatiivisesti (198).

vastaavat ääriarvot suomaiden eri koekohdilla.

Minimit.							
B.II	B.III	A.V	L.I	J.III	J.V	E.II	
—	—	—	—	—	—	1616	1
—	—	—	—	—	—	1647	2
—	1683	—	—	—	—	1684	3
—	1718	—	—	—	—	1720	4
—	1758	—	—	—	—	1751	5
—	1804	1800	1803	1793	1806	1806	6
1844	1845,-47	1840	1840	1831	1846	1842	7
1880	—	1875	—	1866	—	—	8
—	—	—	—	1899	—	—	9

vastaavat ääriarvot kankaiden eri koekohdilla.

Minimit.									
A.II	A.IV	A.VI	L.II	J.II	J.IV	J.VI	E.I	E.V	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
—	—	—	—	—	1698	—	—	—	3
—	—	—	—	—	1729	—	1706	—	4
—	—	—	—	—	1772	—	1747	—	5
—	—	—	—	1805	—	—	1806	1812	6
1836	1842	1832	1841	1836	1834	1837	1842	1852	7
1876	1878	1863	1881	—	1880	1881	—	1878	8
1907	1907	—	—	—	1908	—	—	—	9

Aikaisemmin on jo yleisin piirtein kuvattu havaintojen sopeutumista erotettuihin vyöhykkeisiin (**198**). Näitä seikkoja selvittelee täydentävästi alla esitetty yhdistelmä, joka käsittää kahta vuotta suuremmat poikkeukset (**157**).

J.III : min. 1899 (— 3).
E.II : min. 1751 (— 3).
A.VI : min. 1832 (+ 5).
J.IV : maks. 1684 (+ 5).
E.I : maks. 1688 (— 10), min. 1706 (— 11),
maks. 1731 (— 4), min. 1747 (— 7).
E.V : min. 1812 (+ 4), min. 1852 (+ 7).

Yhdistelmään sisältyy $^1/_3$ kaikkiaan tarkastetuista koekohdista. Minimit ovat yhdistelmässä runsaammin edustettuina kuin maksimit. Positiivisia ja negatiivisia poikkeuksia on jokseenkin saman verran. Havaintojen lukuun verraten on 1700-luvulla sattuneita poikkeuksia suhteellisesti runsaimmin.

Koekohdista ansaitsee erikoisen maininnan kangas E.I, jonka osalle ovat kertyneet enimmät ja huomattavimmat poikkeukset. Kyseissä olevat poikkeukset ovat lisäksi kaikki negatiivisia ja sattuvat sitäpaitsi peräkkäisten ääriarvojen osalle, 1600-luvun lopulta 1700-luvun puoliväliin ulottuvana aikakautena. Kaikki merkit viittaavat näin ollen siihen, että puheina olevaa koekohtaa edustavat havainnot mainittuna aikana järjestelmällisesti eroavat muusta tarkastetusta aineistosta.

202. Edellä koekohdittain esitettyjä tietoja apuna käyttäen on XLI taulukossa toimitettu vertailu soiden ja kankaiden keskimääräisten ääriarvokohtien ja jakson pituuksien välillä (**158**). Sovellettuun järjestelmään negatiivisesti sopeutuva kangas A.VI (**201**) on jätetty vertailun ulkopuolelle. Vertailu olisi oikeimmiten — vanhinta aikakautta koskevien havaintojen niukkuuden takia — ollut rajoitettava 1600-luvun jälkeiseen aikaan, mutta on taulukkoon otettu lisäksi jokunen havainto sanotun vuosisadan loppupuolelta.

Jakson keskimääräiset pituudet toisiinsa verratuilla kasvupaikoilla osoittaa taulukko jokseenkin samansuuruisiksi. Suomaille on nim. saatu maksimeista 38.24 v. ja minimeistä 38.04 v. eli yleisarvona 38.14 v., ja kankailla ovat vastaavat arvot järjestyksessä 38.54, 37.96 ja 38.25 v. Useimmat hakasiin asetetuista arvoista ovat ilmeisesti harhaan johtavia, joten niitä ei tässä kannata ottaa lukuun lainkaan.

Suomaiden ja kankaiden ääriarvojen keskimääräisiä ajankohtia keskenään verrattaessa havaitaan, että erotus lukujen välillä useimmiten on negatiivinen. Maksimikohtien erotus on keskimäärin — 1.27 v., minimikohtien keskimäärin — 2.52 v. Hakasiin pantujen arvojen huomioon ot-

XLI taulukko.

Kasvun 35-vuotisten vaihteluiden keskimääräiset ääriarvokohdat ja jakson pituudet suomailla ja kankailla toisiinsa verrattuina.

	Maksimit.					Minimit.					
	Ajankohdat.			Jakson pituus, v.		Ajankohdat.			Jakson pituus, v.		
	Suomaat, *a.*	Kankaat, *b.*	Erotus *a*—*b.*	Suomaat.	Kankaat.	Suomaat, *a.*	Kankaat, *b.*	Erotus *a*—*b.*	Suomaat.	Kankaat.	
3	[1665.0]	[1684.0]	[—19.0]			1683.5	[1698.0]	[—14.5]			3
				[35.5]	[17.0]				35.5	[19.5]	
4	1700.5	1701.0	—0.5			1719.0	1717.5	+1.5			4
				35.0	39.5				35.5	42.0	
5	1735.5	1740.5	—5.0			1754.5	1759.5	—5.0			5
				46.7	43.2				47.5	48.2	
6	1782.2	1783.7	—1.5			1802.0	1807.7	—5.7			6
				41.5	38.7				39.9	32.3	
7	1823.7	1822.4	+1.3			1841.9	1840.0	+1.9			7
				35.4	36.6				31.8	39.0	
8	1859.1	1859.0	+0.1			1873.7	1879.0	—5.3			8
				32.6	34.7				[25.3]	28.3	
9	1891.7	1893.7	—2.0			[1899.0]	1907.3	[—8.3]			9
	Keskimäärin ...		—1.27	38.24	38.54	Keskimäärin ...		—2.52	38.04	37.96	

taminen johtaa samansuuntaiseen, mutta numeerisesti selvästi liioiteltuun tulokseen. Oikeinta lienee esitettyjen lukujen perusteella päättää, että tutkitun vaihtelukauden vastaavat ääriarvot ovat sattuneet suomailla keskimäärin kaksi vuotta aikaisemmin kuin kankailla.

Kasvun 70-vuotiset vaihtelut.

203. Sädekasvun 70-vuotisia vaihteluita koskevat erittelyt ovat, suomaita ja kankaita edustavat havaintosarjat toisistaan erottaen, luetellut vastaavasti XLII ja XLIII taulukossa **(151)**.

Tarkastettujen ajanjaksojen pituus vaihtelee suomaiden erittelyissä rajoissa 110—210 v., kankaiden erittelyissä rajoissa 120—280 v. Havaintokaudet alkavat kokonaisuutena tarkastaen suomailla 1600-luvun loppupuolelta, kankailla 1600-luvun puolivälistä, jatkuen kummallakin kasvupaikalla 1900-luvun alkupuolelle. Tutkittu aikakausi ulottuu näin ollen suomailla tasan kahden ja puolen, kankailla likipitäen kolmen vuosisadan yli.

XLII taulukko.

Erittelyt kasvun 70-vuotisista vaihteluista suomailla.

Erittelyn n:o.	Sarjan merkintä.	Tutkittu ajanjakso.	Jakson pituus		Puolijakson pituuden		Jakson amplitudin	
			maksimeista, v.	minimeistä, v.	vaihteluväli, v.	keskimäärä, v.	vaihteluväli, mm.	keskimäärä, mm.
3	B.I.2.r	1730—1870	82.0	73.0	34—43	38.7	0.30—0.70	0.52
4	B.I.5.r	1810—1920	—	74.0	37—37	37.0	0.40—0.55	0.48
18	B.III.6.R	1710—1920	84.0	77.5	34—46	38.8	0.30—0.40	0.34
21	B.IV.51.r	1810—1920	69.0	—	30—39	34.5	0.40—0.45	0.43
40	A.V.6.R	1770—1890	72.0	—	35—37	36.0	0.35—0.55	0.45
52	L.I.3.R	1670—1870	67.0	67.0	32—35	33,5	0.10—0.40	0.28
56	I.I.1.R	1750—1890	72.0	—	26—46	36.0	0.45—0.80	0.63
61	I.III.1.R	1770—1890	72.0	—	26—46	36.0	0.50—0.65	0.58
84	J.V.4.r	1720—1920	71.0	73.5	34—41	36.8	0.30—0.65	0.48

XLIII taulukko.

Erittelyt kasvun 70-vuotisista vaihteluista kankailla.

Erittelyn n:o.	Sarjan merkintä.	Tutkittu ajanjakso.	Jakson pituus		Puolijakson pituuden		Jakson amplitudin	
			maksimeista, v.	minimeistä, v.	vaihteluväli, v.	keskimäärä, v.	vaihteluväli, mm.	keskimäärä, mm.
28	A.II.2.r	1800—1920	78.0	—	35—43	39.0	0.30—0.45	0.38
32	A.III.3.r	1720—1920	72.5	71.0	28—46	36.3	0.15—0.50	0.31
77	J.IV.1.r	1640—1920	72.3	71.5	34—38	36.2	0.15—0.75	0.38
90	J.VI.3.r	1700—1920	77.5	73.0	33—44	37.6	0.45—1.00	0.69

Jakson keskipituus liikkuu suomaiden erittelyissä maksimeista johdettuna arvoissa 67.0—84.0 v., minimeistä laskettuna arvoissa 67.0—77.5 v.; kaikki erittelyt mukaan lukien saadaan keskimääräksi vastaavasti 73.63 ja 73.00 v. Kankaiden erittelyissä jälleen vaihtelee jakson keskipituus maksimeja tarkastaen rajoissa 72.3—78.0 v., minimejä silmällä pitäen rajoissa 71.0—73.0 v., ollen keskimäärin vastaavasti 75.08 ja 71.83 v. Jakson pituuden yleisarvoksi saadaan suomailla 73.39 ja kankailla 73.69 v.

Puolijakson keskipituus on suomaihin kohdistuvissa erittelyissä 33.5—38.8 v., keskimäärin 36.37 v., kankaihin kohdistuvissa 36.2—39.0 v., keskimäärin 37.28 v. Puolijakson arvoista johdettu jakson pituus on siis suomailla 72.74 v. ja kankailla 74.56 v.

Jakson amplitudin vaihteluväli on enimmissä tapauksissa varsin vähäinen. Vaihteluvälin laajuus nousee nim. suomailla korkeintaan arvoon 0.4 mm, kankailla enintään arvoon 0.6 mm. — Amplitudin keskisuuruus on suomailla 0.28—0.63 mm, kankailla 0.31—0.69 mm, keskimäärin vastaavasti 0.47 ja 0.44 mm.

204. Kasvun 70-vuotisten vaihteluiden jakson ja puolijakson pituutta selvittelevät tarkemmin XLIV ja XLV taulukko (**152**).

Jakson pituus vaihtelee kummallakin kasvupaikalla varsin huomattavasti, suomailla arvoissa 66—84 v., kankailla arvoissa 64—80 v. Enimmät tapaukset ovat sentään kertyneet välille 71—72 v. Jakson keskipituudella on suomailla ja kankailla jokseenkin sama arvo, nim. vastaavasti 72.57 ja 72.44 v.; aineistoa kokonaisuudessaan edustaa arvo 72.52 v.

XLIV taulukko.

Kasvun 70-vuotisten vaihteluiden jakson pituus.

Kasvupaikka.	Jakson pituus vuosissa:											Pituus keskimäärin, v.
	63—64	65—66	67—68	69—70	71—72	73—74	75—76	77—78	79—80	81—82	83—84	
Suomaat	—	1	2	2	5	1	—	1	—	—	2	72.57
Kankaat	1	—	—	1	4	—	1	1	1	—	—	72.71
Yhteensä	1	1	2	3	9	1	1	2	1	—	2	72.62

XLV taulukko.

Kasvun 70-vuotisten vaihteluiden puolijakson pituus.

Kasvupaikka.	Puolijakson pituus vuosissa:											Pituus keskimäärin, v.
	25—26	27—28	29—30	31—32	33—34	35—36	37—38	39—40	41—42	43—44	45—46	
Suomaat	2	—	1	1	5	3	5	2	1	—	3	36.13
Kankaat	—	1	—	—	2	5	3	—	—	2	—	36.31
Yhteensä	2	1	1	1	7	8	8	2	1	2	3	36.19
Maks.-min.:												
Suomaat	—	—	—	—	3	1	2	2	1	—	3	39.00
Kankaat	—	—	—	—	1	3	2	—	—	1	—	38.56
Yhteensä	—	—	—	—	4	4	4	2	1	1	3	38.21
Min.-maks.:												
Suomaat	2	—	1	1	2	2	3	—	—	—	—	33.00
Kankaat	—	1	—	—	1	2	1	—	—	1	—	35.67
Yhteensä	2	1	1	1	3	4	4	—	—	1	—	33.94

Puolijakson pituus on suomailla 26—46 v., kankailla 28—44 v. Arvojen voimakkaasta hajautumisesta huolimatta on jakautumissarjoissa sentään puolet tapauksista kasautunut melko ahtaisiin rajoihin, nim. suomailla välille 34—37 v. ja kankailla välille 35—37 v. Puolijakson keskipituus on suomaita, kankaita ja molempia kasvupaikkoja yhteensä edustavissa aineistoissa 36.13, 36.31 ja 36.19 v., joten jakson pituudeksi saadaan vastaavasti 72.26, 72.62 ja 72.38 v.

Maksimista minimiin määrätyt puolijaksot ovat sekä suomailla ja kankailla erikseen että kummallakin kasvupaikalla yhteensä keskimäärin

pitemmät kuin minimistä maksimiin luetut puolijaksot. Erotukset kyseissä olevien keskimäärien välillä ovat vastaavasti 6.00, 1.19 ja 4.27 v.

205. Kasvun 70-vuotisten vaihteluiden voimakkuutta, joka jo edellä (**203**) lyhyesti oli puheina, tarkastettakoon tässä vielä hieman yksityiskohtaisemmin XLVI taulukkoon kerättyjen tietojen valossa (**153**).

XLVI taulukko.

Kasvun 70-vuotisten vaihteluiden amplitudi.

Kasvupaikka.	Amplitudi, mm:								Keskimäärin, mm.
	0.05–0.10	0.15–0.20	0.25–0.30	0.35–0.40	0.45–0.50	0.55–0.60	0.65–0.70	0.75–0.80	
Suomaat	1	—	4	6	5	3	3	1	0.45
Kankaat	—	3	3	1	2	1	1	2	0.42
Yhteensä	1	3	7	7	7	4	4	3	0.44

Amplitudin vaihteluväli on suomailla 0.10—0.80 mm ja kankailla 0.15—0.80 mm, siis suhteellisen suppea kummallakin kasvupaikalla. Amplitudin suuruus liikkuu tavallisimmin arvoissa 0.30—0.55 mm. Tälle välille on suomaita koskevassa jakautumissarjassa kertynyt $^3/_4$ ja molempia kasvupaikkoja yhteensä edustavassa sarjassa $^2/_3$ tapauksista. Amplitudin keskimääräinen laajuus on suomailla 0.45 mm, kankailla 0.42 mm ja kasvupaikoilla yhteensä 0.44 mm.

206. Siirryttäköön nyt selvittelemään kasvun 70-vuotisten vaihteluiden tarkempaa erittelyä silmällä pitäen toimitettua ääriarvokohtien ryhmittelyä (**154**).

Ohimennen mainittakoon, että koekohtaa I.1 edustavan havaintosarjan (1.R) orientointi tosin on epävarma, mutta koska mahdollinen virhe on aivan vähäinen nyt käsiteltävän vaihtelukauden pituuteen verraten, ei sanottua sarjaa tässä yhteydessä ole aineistosta poistettu (**143**).

Ääriarvokohtia järjestettäessä on kokeillen noudatettu 72- ja 73-vuotisia ryhmittelyjä, jotka kumpikin ovat osoittautuneet käyttökelpoisiksi ja jokseenkin samanarvoisiksi. Seuraava esitys perustuu 73-vuotiseen ryhmittelyyn.

XLVII taulukko.

Kasvun 70-vuotisten vaihteluiden ääriarvokohdat

	Maksimit (minimit).	
	Aikakausi.	Ajankohdat.
1	1618—1654	—
2	1691—1727	00, (12)
3	1764—1800	68, (78), 81^3, 83, (83), 85^2, (88)
4	1837—1873	34, 52, 55, (55), 57^2, 58, (58), (59), (63), (64), 65

207. Ryhmittelyn tulokset näyttää XLVII ja XLVIII taulukko (**155**). Ryhmittelyn vyöhykejako noudattaa, vuodesta 1618 lukien, kaavaa

maks. (min.) (37), min. (maks.) (36),

jossa sulkusiin merkityt luvut taaskin osoittavat vyöhykkeisiin kuuluvien vuosien lukumäärän. On pantava merkille, että havainnot varsinaisesti ovat kasautuneet kulloinkin noin puolen vyöhykkeen levyiselle alueelle. Vain yhtä koekohtaa edustavat havainnot ovat asettuneet erilleen toisista (**211**). Vyöhykkeet näin ollen tosin selvästi erottautuvat toisistaan, mutta rajaviivan vetäminen niiden välille jää silti jonkun verran mielivaltaiseksi.

208. Tutkittu aineisto jakautuu jokseenkin tasan kahden vastaismerkkisen ryhmän osalle. Sovellettuun järjestelmään sopeutuvat nim. seitsemää koekohtaa edustavat havaintosarjat *positiivisesti*, viittä koekohtaa edustavat sarjat eli $^2/_5$ havainnoista *negatiivisesti* (**211**).

Suoritetun vyöhykejaon määräämiin rajoihin sopivat havainnot yhtä lukuun ottamatta, ja käsittää poikkeus tässäkin tapauksessa vain muutaman vuoden (**211**).

209. Havainnoille rakentuvat *keskimääräiset* ääriarvokohdat ovat määrätyt yhteisesti aineiston molemmille vastaismerkkisille ryhmille. Keskimäärät ovat XLVIII taulukossa rinnastetut vastaaviin ryhmittelyn perusteella saatuihin teoreettisiin ajankohtiin.

Erotukset teoreettisten ja havaittujen ajankohtien välillä ovat 1700-luvulla positiiviset, 1800-luvulla negatiiviset. Poikkeuksien suuruus on

järjestettyinä 73-vuotista ryhmittelyä noudattaen.

Minimit (maksimit). Aikakausi.	Ajankohdat.	
1655—1690	(76)	1
1728—1763	35, 44, (45), 46, (46), 47	2
1801—1836	02, 15, (18), 20^2, (21), (22), (23), (24), 27, 31^2	3
1874—1909	(87), 93, $(93)^2$, 95, 99	4

varsin vähäinen, vyöhykkeittäin keskimäärin + 0.8 ja — 0.9 v. Koko havaintokautta tarkastaen poikkeukset näin ollen tasoittavat toisensa.

210. Keskimääräisistä ääriarvokohdista johdetut jakson ja puolijakson pituudet ovat niin ikään esitetyt XLVIII taulukossa.

XLVIII taulukko.

Kasvun 70-vuotisten vaihteluiden keskimääräiset ääriarvokohdat verrattuina vastaaviin 73-vuotisen ryhmittelyn perusteella saatuihin teoreettisiin ajankohtiin sekä jakson ja puolijakson keskimääräiset pituudet.

	Kauden keskus, α.	Keskimääräinen maksimi (minimi), β.	Erotus $\alpha-\beta$.	Jakson pituus, v.	Maksimista miniimiin (minimistä maksimiin), v.	Kauden keskus, α.	Keskimääräinen minimi (maksimi), β.	Erotus $\alpha-\beta$.	Jakson pituus, v.	Minimistä maksimiin (maksimista miniimiin), v.	
1	1636.0	—	—	—	—	1672.5	[1676.0]	[—3.5]	[67.8]	[30.0]	1
2	1709.0	1706.0	+3.0	75.3	37.8	1745.5	1743.8	+1.7	77.4	37.5	2
3	1782.0	1781.3	+0.7	75.1	39.9	1818.5	1821.2	—2.7	72.1	35.2	3
4	1855.0	1856.4	—1.4		36.9	1891.5	1893.3	—1.8		—	4
	Keskimäärin . .		+0.77	75.20	38.20	Keskimäärin . .		—0.93	74.75	36.35	

Jakson keskipituus on maksimeista (minimeistä) ja minimeistä (maksimeista) erikseen laskien 75.20 ja 74.75 v. eli yleisarvona 74.98 v. Hakasiin suljetun luvun huomioon ottaen ovat kaksi viimeksi mainittua arvoa vastaavasti 72.43 ja 73.82 v. Aikaisemmin (**204**) on jakson pituuden yleisarvoksi saatu 72.52 v.

Puolijaksoista on toinen keskimäärin 38.20 v., toinen keskimäärin 36.35 v. eli hakasiin asetetun luvun mukaan ottaen keskimäärin 34.23 v. Tapauksien vähälukuisuuden takia ei käy arvosteleminen, onko keskimäärien välinen erotus katsottava merkitykselliseksi vai eikö.

211. Kasvun 70-vuotisten vaihteluiden maksimit ja minimit ovat, suomaat ja kankaat toisistaan erottaen, esitetyt koekohdittain XLIX ja L taulukossa (**156**).

XLIX taulukko.

Kasvun 70-vuotisten vaihteluiden toisiaan vastaavat ääriarvot suomaiden eri koekohdilla.

	Maksimit.								Minimit.								
	B I	B.III	B.IV	A.V	L.I	I I	I.III	J.V	B.I	B.III	B.IV	A.V	L.I	I.I	I.III	J.V	
2	—	—	—	—	1700	—	—	—	1747	1744	—	—	1735	—	—	1746	2
3	1781	1781	—	1783	1768	1785	1785	1781	1820	1827	—	1820	1802	1831	1831	1815	3
4	1858	1865	1824	1855	1834	1857	1857	1852	1895	1899	1863	—	—	—	—	1893	4
5	—	—	1893	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5

L taulukko.

Kasvun 70-vuotisten vaihteluiden toisiaan vastaavat ääriarvot kankaiden eri koekohdilla.

	Maksimit.				Minimit.				
	A.II	A.III	J.IV	J.VI	A.II	A.III	J.IV	J.VI	
2	—	—	1676	—	—	—	1712	—	2
3	—	—	1746	1745	—	1788	1783	1778	3
4	1821	1823	1818	1822	1864	1859	1855	1858	4
5	—	1887	1893	—	—	—	—	—	5

Ryhmittelyn tuloksena saatuun järjestelmään sopeutuvat positiivisesti tarkastetut suomaat, lukuun ottamatta koekohtaa B.IV, negatiivisesti sanotun suoalan ohella kaikki tutkitut kankaat (**208**).

Ainoa vyöhykejaon rajoista poikkeava havainto (**157**) on

L.I : maks. 1834 (— 3).

Poikkeus on siis suhteellisesti pieni. Huomattava kuitenkin on, että kyseissä olevaa koekohtaa edustava havaintosarja, vaikka se sopeutuukin noudatettuun järjestelmään, kuitenkin kulkunsa suhteen selvästi poikkeaa aineiston toisista sarjoista (**207**).

212. Vaihteluiden ääriarvoja koekohdittain esittävien taulukoiden nojalla voidaan suorittaa vertailu kumpaakin kasvupaikkaa edustavan aineiston välillä. Syystä että suomaiden havaintosarjat yhtä poikkeusta lukuun ottamatta sopeutuvat noudatettuun järjestelmään positiivisesti, kankaiden sarjat sitä vastoin järjestään negatiivisesti, on vertailu yksinkertaisesti voitu toimittaa siten, että aineiston vastaismerkkiset ryhmät — poikkeuksellisen suomaan B.IV pois jättäen — ovat rinnastetut keskenään. LI taulukko näyttää täten suomaille ja kankaille saadut keskimääräiset ääriarvokohdat ja jakson pituudet toisiinsa verrattuina (**158**).

LI taulukko.

Kasvun 70-vuotisten vaihteluiden keskimääräiset ääriarvokohdat ja jakson pituudet suomailla ja kankailla toisiinsa verrattuina.

	Maksimit.					Minimit.				
	Ajankohdat.			Jakson pituus, v.		Ajankohdat.			Jakson pituus, v.	
	Suomaat, *a.*	Kankaat, *b.*	Erotus *a*—*b.*	Suomaat.	Kankaat.	Suomaat, *a.*	Kankaat, *b.*	Erotus *a*—*b.*	Suomaat.	Kankaat.
2	[1700.0]	[1676.0]	[+24.0]	[80.6]	[69.5]	1743.0	[1712.0]	[+31.0]	77.9	[71.0]
3	1780.6	1745.5	+35.1	73.4	75.5	1820.9	1783.0	+37.9	74.8	76.0
4	1854.0	1821.0	+33.0	—	69.0	1895.7	1859.0	+36.7	—	—
5	—	1890.0	—			—	—	—		
	Keskimäärin ...		+34.05	73.40	72.25	Keskimäärin ...		+37.30	76.35	76.00

Jakson keskimääräiseksi pituudeksi on taulukon mukaan saatu suomaille maksimeista 73.40 v. ja minimeistä 76.35 v. eli yleisarvona 74.88 v., kankaille vastaavasti 72.25, 76.00 ja 74.13 v. Hakasiin suljetut luvut mukaan ottaen on jakson keskipituus suomailla maksimeista, minimeistä ja yleisarvona järjestyksessä 77.00, 76.35 ja 76.68 v., kankailla vastaavasti 71.33, 73.50 ja 72.42 v. Esitetyt luvut näyttävät viittaavan siihen, että jakson keskipituus suomailla olisi tuntuvasti pitempi kuin kankailla. Tuloksen luotettavuutta arvosteltaessa on kuitenkin pidettävä mielessä, että lasketut keskimäärät kauttaaltaan perustuvat kovin vähälukuiseen aineistoon.

Erotus suomaiden ja kankaiden keskimääräisten ääriarvojen välillä on, kuten eräiden edellä esitettyjen seikkojen johdosta oli odotettavissa, kauttaaltaan samansuuntainen ja suuruudeltaan suunnilleen jakson puolta pituutta vastaava. Erotuksien keskimäärä on maksimeista laskien + 34.05 v. ja minimeistä lukien + 37.30 v. eli siis yleisarvona + 35.68 v. Saatu tulos näin ollen vahvistaa aikaisemmin lausutun väitteen, että tarkastetun vaihtelukauden ääriarvot aineiston toisiinsa verratuissa ryhmissä ovat keskimäärin samanaikaiset mutta vastaismerkkiset.

Tulosyhdistelmä.

213. Yleiskatsauksen helpottamiseksi esitettäköön lopuksi lyhyt yhdistelmä edellä saavutetuista tärkeimmistä tuloksista. Samalla huomautettakoon eräistä tuloksia tulkittaessa varteen otettavista seikoista. On osoittautunut, että männyn sädekasvu yli tutkimusalueen noudattaa eripitkiä, mutta keskenään samanluontoisia, monivuotisia vaihteluita, joita klimatologisessa mielessä voidaan nimittää 7-, 11-, 21-, 35- ja 70-vuotisiksi vaihteluiksi. Tutkitussa aineistossa on sitäpaitsi havaittu toisaalti aivan lyhyt, 2—3 vuotta kestävä vaihtelukausi, toisaalti käsiteltyjä vaihteluita huomattavasti pidempiä jaksoja, lähinnä n. 105-vuotinen vaihtelukausi.

214. Tutkimustyön esillä olevassa osassa on keskeisimpänä kysymyksenä käsitelty tarkastettujen monivuotisten vaihteluiden pituutta. Vaihtelukausien keskipituus on laskettu erilaisia määräämisperusteita käyttäen. Saaduista tuloksista edustavimmat ovat rinnastetut keskenään LII taulukossa.

Taulukkoa tarkastamaan ryhdyttäessä kiinnitettäköön huomio aluksi kulloinkin kasvupaikkoja yhteensä edustaviin lukuihin. Tällöin havaitaan, että sekä erittelyittäin saatuja keskiarvoja (1. ja 2. kohta) että jakautumissarjoja (3. ja 4. kohta) apuna käyttäen kulloinkin on johduttu jokseenkin samaan tulokseen riippumatta siitä, onko lähtökohtana ollut jakson vaiko puolijakson pituus. Yleisarvoina voidaan vastaavasti pitää seuraavia lukuryhmiä (a) ja (b). Keskimääräisistä ääriarvokohdista johdetut jakson pituudet (5. kohta) ovat sitä vastoin kauttaaltaan varsin erisuuret sen mukaan, ovatko niitä laskettaessa hakasiin asetetut luvut jätetyt huomioon ottamatta vaiko eivät (lukuryhmät (c) ja (d) seuraavassa yhdistelmässä). Näin ollen voidaan eri määräämisperusteita noudattaen saatujen vaihtelukausien vertailu toimittaa tarkastamalla seuraavaa yhdistelmää:

LII taulukko.

Vaihtelukausien keskipituus eri tavoin määrättynä.

Määräämisperuste ja kasvupaikka.	7-vuotiset vaihtelut.	11-vuotiset vaihtelut.	21-vuotiset vaihtelut.	35-vuotiset vaihtelut.	70-vuotiset vaihtelut.
	Vaihtelukauden keskipituus vuosissa.				
1. *Jakson keskipituus erittelyittäin.*					
Suomaat	—	—	20.47	36.95	73.39
Kankaat	—	—	20.88	35.12	73.69
Yhteensä	—	—	20.64	36.04	73.48
2. *Puolijakson keskipituus erittelyittäin.*					
Suomaat	—	—	20.66	37.28	72.74
Kankaat	—	—	20.78	34.98	74.56
Yhteensä	—	—	20.71	36.13	73.30
3. *Jakson pituuden esiintymisrunsaus.*					
Suomaat	7.21	10.35	20.30	36.75	72.57
Kankaat	7.51	11.34	20.75	35.85	72.44
Yhteensä	7.37	10.85	20.50	36.29	72.52
4. *Puolijakson pituuden esiintymisrunsaus.*					
Suomaat	7.32	10.48	20.42	37.12	72.26
Kankaat	7.44	11.08	20.64	35.04	72.62
Yhteensä	7.38	10.80	20.52	36.02	72.38
5. *Keskimääräiset äärtarvokohdat.*					
Suomaat	7.39 [7.30]	10.44 [10.55]	20.47 [21.82]	38.14 [—]	74.88 [76.68]
Kankaat	7.61 [7.28]	10.69 [10.52]	21.85 [21.96]	38.25 [—]	74.13 [72.42]
Yhteensä	7.50 [7.38]	10.57 [10.51]	21.55 [21.14]	36.30 [36.58]	74.98 [73.82]

(a) ..... — — 20.68, 36.09, 73.39.
(b) ..... 7.38, 10.83, 20.51, 36.16, 72.45.
(c) ..... 7.50, 10.57, 21.55, 36.30, 74.98.
(d) ..... 7.38, 10.51, 21.14, 36.58, 73.82.

Yhdistelmä näyttää, että eri tavoin johdetut luvut useassa tapauksessa melkoisesti poikkeavat toisistaan. Vaikuttavimpana syynä tähän tulokseen on epäilemättä se seikka, että vaihtelukausien pituus muuttuu järjestelmällisesti ajan mukana siten, että jakson pituus pitkähköjen ajanjaksojen kuluessa pysyttelee keskimäärin joko suhteellisen suurena tai verraten pienenä. Tätähän nim. juuri tietää edellä ryhmittelytuloksia tarkastettaessa kunkin vaihtelukauden suhteen tehty havainto, että erotus teoreettisten ja havaittujen arvojen välillä 50—150 vuotta käsittävien kausien aikana on säilynyt suuresti katsoen samanmerkkisenä (**169, 178, 189, 199, 209**).[1] Näin ollen johdutaan tietenkin eri havaintokausia tutkien tai määrätyn havaintokauden havaintoja eri tavoin laskennollisesti käsitellen toisistaan eroaviin keskimääriin.

Eritellyt tiedot jakautuvat pääasiassa kolmen viimeksi kuluneen vuosisadan osalle. 1600-lukua edustavat havainnot ovat suhteellisen harvalukuiset, 1700-lukua edustavat melkoista runsaammat ja 1800-lukua edustavat havainnot lukuisimmat. Tästä johtuen ovat lukuryhmien (a) ja (b) arvoihin — jotka ovat havaintojen lukumääriä (epäsuorasti tai suoranaisesti) punnuksina käyttäen laskettuja keskiarvoja — määräävimmin vaikuttaneet 1800-lukua koskevat tiedot. Tämä määrättyä ajanjaksoa edustavien havaintojen vaikutus tulokseen on saatu poistetuksi laskemalla vaihtelukausien pituus keskimääräisten ääriarvokohtien perusteella. Täten johdetuista tuloksista ovat kuitenkin lukuryhmän (c) arvot määrätyt jättämällä kulloinkin huomattavat osat havaintokaudesta mukaan ottamatta. Lukuryhmän (d) arvot perustuvat tosin paikoittain kovin harvalukuisiin tietoihin, mutta havaintokauden pituuden huomioon ottaen voidaan olettaa erisuuntaisten poikkeuksien todennäköisimmin tasoittavan toisensa. Näin ollen päädytään lopulta siihen, että tutkittua aineistoa ja tarkastettua havaintokautta kokohaisuudessaan silmällä pitäen lukuryhmän (d) näyttämä tulos on katsottava edustavimmaksi. Voidaan siis sanoa, että vaihtelukausien keskipituuden lähinnä kuluneiden kahden tai kolmen vuosisadan aikana osoittavat osapuilleen arvot $7^1/_3$, $10^1/_2$, 21, $36^1/_2$ ja $73^2/_3$ vuotta.

[1] Eri vaihtelukausien pituuden järjestelmällisiä muutoksia ajan mukana on tekijällä tarkoituksena toiste sopivassa yhteydessä tarkastaa suorastaan havaintosarjoja toisiinsa rinnastamalla, jolloin voidaan olettaa päästävän tässä esitettyjä tarkempiin tuloksiin.

Varsin mielenkiintoista on panna merkille, että eri vaihtelukausien keskipituuksien välillä useassa tapauksessa vallitsee mahdollisimman yksinkertainen numeerinen suhde. Niinpä järjestyksessä toinen vaihtelukausi on tasan puolet kolmannesta ja viimeistä edellinen likipitäen puolet viimeisestä; lyhin vaihtelukausi sisältyy jokseenkin tasan viisi kertaa viimeistä edelliseen ja kymmenen kertaa viimeiseen, toiseksi lyhin vaihtelukausi melkein tasan seitsemän kertaa viimeiseen vaihtelukauteen. Ohimennen huomautettakoon vielä, että 105-vuotiseen vaihtelukauteen johdutaan kertomalla $10^1/_2$-vuotinen kymmenellä tai 21-vuotinen viidellä.[1]

215. Edellä on huomio kiinnitetty kulloinkin aineistoa kokonaisuudessaan koskeviin tietoihin. Siirryttäköön nyt tarkastamaan kummallekin kasvupaikalle erikseen saatuja tuloksia.

Vaihtelukausien keskipituuden eri tavoin määrättyjä yleisarvoja arvosteltaessa tehdyt huomautukset ovat suorastaan sovellettavissa myöskin suomaita ja kankaita erikseen edustaviin arvoihin. Näin ollen on vaihtelukausien pituutta kummallakin kasvupaikalla toisiinsa verrattaessa oikeinta käyttää keskimääräisten ääriarvokohtien avulla johdettuja ja nimenomaan kulloinkin havaintokauden kokonaisuudessaan huomioon ottaen laskettuja lukuja. Tällöin saadaan seuraava yhdistelmä:

Suomaat ..... 7.30, 10.55, 21.82, 38.14, 76.68.
Kankaat ..... 7.28, 10.52, 21.96, 38.25, 72.42.

Vain pisintä vaihtelukautta koskevat luvut eroavat siis tuntuvasti toisistaan. Tämä erotus voidaan kuitenkin varmasti katsoa tilapäissyiden aiheuttamaksi, sillä onhan havaintokausi tässä tapauksessa vaihtelukauden pituuteen verraten kovin lyhyt. Näin ollen voidaan päättää, että v a i h t e l u k a u s i e n k e s k i p i t u u d e t e r i l a i s i l l a k a s v u p a i k o i l l a o v a t k u l l o i n k i n s a m a n s u u r u i s e t.

Merkityksellisiä eroavaisuuksia kumpaakin kasvupaikkaa edustavien aineistojen välillä on sitä vastoin havaittu ääriarvojen keskimääräisiä ajankohtia keskenään verrattaessa. Vertailua ei tosin ole voitu ulottaa pisimpään vaihtelukauteen, mutta toisten jaksojen suhteen saatujen tuloksien perusteella voidaan sanoa, että v a i h t e l u k a u s i e n v a s t a a v a t ä ä r i a r v o t o v a t s a t t u n e e t s u o m a i l l a k e s k i m ä ä r i n j o n k u n v e r r a n (y l e e n s ä v u o t t a t a i p a r i a) a i k a i s e m m i n k u i n k a n k a i l l a.

[1] Eri vaihtelukausien pituuksien välisiin suhteisiin tulee palattavaksi tuonnempana julkaistavassa tutkimuksessa.

Huomattava kuitenkin on, että eri koekohtia edustavien sarjojen tarkka vertaaminen toisiinsa ja aineistolle kokonaisuudessaan saatuihin keskimääriin todennäköisesti tuo ilmi merkityksellisiä eroavaisuuksia, jotka osoittautuvat eri aineistoille tai aineistoryhmille tunnusomaisiksi. Tähän viittaavat selvästi jo useat suoritetun käsittelyn yhteydessä tehdyt huomiot, joiden nojalla voidaan päättää, että vaihtelukausien vastaavat ääriarvot sattuvat eri aikoina myöskin kasvupaikan erilaisesta maantieteellisestä asemasta riippuen.[1]

216. Otettakoon vielä lopuksi vaihtelukausien laajuus lyhyesti puheiksi. Eri vaihtelukausien amplitudien suuruutta käy vertaaminen LIII taulukkoon kerättyjen tietojen avulla.

LIII taulukko.

Vaihtelukausien keskimääräinen amplitudi eri tavoin määrättynä.

Määräämisperuste ja kasvupaikka.	7-vuotiset vaihtelut.	11-vuotiset vaihtelut.	21-vuotiset vaihtelut.	35-vuotiset vaihtelut.	70-vuotiset vaihtelut.
	Amplitudin keskimääräinen suuruus millimetreissä.				
1. *Amplitudin keskimäärä erittelyittäin.*					
Suomaat	—	—	0.41	0.45	0.47
Kankaat	—	—	0.39	0.45	0.44
Yhteensä	—	—	0.40	0.45	0.46
2. *Amplitudin suuruuden esiintymisrunsaus.*					
Suomaat	0.33	0.33	0.43	0.44	0.45
Kankaat	0.40	0.40	0.41	0.45	0.42
Yhteensä	0.36	0.37	0.42	0.45	0.44

[1] Aineiston yksityiskohtainen erittely koekohtien maantieteellistä asemaa lähtökohtana pitäen kuuluu luontevimmin myöhemmin esitettävään tutkimukseen, jossa tarkastamalla kasvusarjojen jaksollisuuden rinnakkaisilmiöitä meteorologisessa y.m. aineistossa koetetaan selvitellä kasvun jaksollisuuden syitä.

Keskimääräinen amplitudi on sekä erittelyitä edustavista keskimääristä että amplitudin laajuutta esittävistä jakautumissarjoista johdettuna kulloinkin suuresti katsoen samankokoinen.

Absoluuttisesti ovat 70- ja 35-vuotiset vaihtelut laajimmat, 21-vuotiset jonkun verran suppeammat sekä 11- ja 7-vuotiset vaihtelut suppeimmat. Amplitudien yleisarvoina voidaan vastaavasti mainita 0.45, 0.41 ja 0.37 mm. Kuten näistä luvuista saattaa päättää, on eri vaihtelukausien *suhteellinen* merkitys aivan päinvastainen — vaihtelukausien pituuden huomioon ottaen on lyhimmän kauden amplitudi voimakkain, pisimmän kauden heikoin.

Keskimääräinen amplitudi on 7-vuotisia ja 11-vuotisia vaihteluita tarkastaen, kuten odottaa sopii, suomailla melkoisesti pienempi kuin kankailla. Pidempiä vaihtelukausia silmällä pitäen on asianlaita pikemminkin päinvastoin. Viimeksi mainittua tulosta tuskin sentään voidaan pitää merkityksellisenä, vaan on se paremminkin vietävä kumpaakin kasvupaikkaa edustavan aineiston tilapäisen kokoomuksen tiliin.

Mielessä on muutoin pidettävä, että käytetyllä piirustuksellisella tasoitusmenetelmällä saadut amplitudit eivät (ainakaan yleensä) ole *puhtaita* varsinaisessa mielessä, t.s. ne eivät sellaisinaan osoita kulloinkin kyseissä olevan jakson vaihteluiden voimakkuutta. Määrätyn vaihtelukauden amplitudien suuruuteen vaikuttaa nim. (korostavasti tai laimentavasti) toisaalti kasvun yleinen (nouseva tai laskeva) kehityssuunta (**1**) tarkastettuna aikakautena, toisaalti toisten (tutkittua pitempien tai lyhyempien) vaihtelukausien samanaikainen omaperäinen kehitys.[1] Esitetyt tiedot antanevat sentään ainakin aluksi riittävän tarkan yleiskuvan tutkittujen vaihteluiden laajuudesta.

Viitattakoon tässä yhteydessä VIII ja IX valokuvaan, jotka ovat otetut kahdesta tutkitusta leikkauksesta. Ensiksi mainittu kuva osoittaa selvästi kasvun 11-vuotiset, viimeksi mainittu kasvun 35-vuotiset vaihtelut.

217. Tutkimustyöni esillä olevan osan olen rajoittanut *männyn* ja nimenomaan *rungon alaosan paksuuskasvun* tarkastamiseen. Keski-Pohjanmaalta keräämääni ainestoa käyttäen aikaisemmin suorittamani

[1] Tutkimustyön esillä olevassa osassa ei ole katsottu tarpeelliseksi ryhtyä aineiston amplitudien »puhdistamiseen», mikä sopivimmin toimitetaan tuonnempana toisessa yhteydessä, eri vaihtelukausien välisiä suhteita yleensä ja niiden vaikutusta toistensa kehitykseen (interferenssiä) erikoisesti tarkastettaessa.

tutkielma on osoittanut, että kasvun jaksollisuus ilmenee kautta rungon ja näyttäytyy näin ollen myöskin *pituus- ja kuutiokasvun* kulkua seurattaessa, ja lisäksi, että männyn ohella *kuusen* (*ja koivun*) kasvu noudattaa samanluontoisia aikakautisia vaihteluita (3). Tutkimukseni ovat sitäpaitsi todenneet, että kasvun monivuotiset vaihtelut eivät suinkaan rajoitu määrätyn valtaluokan puihin, vaan ovat havaittavissa myös *metsikköä* kokonaisuudessaan tarkastaen. Muualla toimitetut tutkimukset (6) oikeuttavat yleistämään saadut tulokset *havu- ja lehtipuita* yleensä koskeviksi.[1] Näin ollen voidaan päättää, että puiden kasvun monivuotiset vaihtelut ovat virhelähteenä huomioon otettavat kasvututkimuksia yleensä suoritettaessa.[2]

[1] Sanottu koskee tietenkin vain kasvun jaksollisuutta sinänsä — onhan tutkimus osoittanut, että jaksollisuus erilaisissa olosuhteissa ilmenee erilaisena, esim. mitä selvimpänä esiintyvään jaksoon, vaihteluiden voimakkuuteen, ääriarvojen sattumisaikaan j.n.e. tulee.

[2] Monivuotisten vaihteluiden merkitystä kasvututkimuksia häiritsevänä tekijänä olen ajatellut lähemmin tarkastaa myöhemmin ilmestyvässä tutkimuksessa.

REFERAT.

Über vieljährige Schwankungen im Dickenwachstum der Kiefer *(Pinus silvestris)*.

Einleitung.

1. Charakteristisch für die Entwicklung der Pflanze ist die s.g. *grosse Wachstumsperiode*, die sich sowohl bei der einzelnen Zelle wie bei jedem vielzelligen Pflanzenteil nachweisen lässt: die Entwicklung geht zunächst langsam vor sich, dann immer schneller bis zu einer bestimmten Grenze und dann wieder mit stufenweise abnehmender Schnelligkeit. Die äusseren Verhältnisse können zwar steigernd oder schwächend oder auf einer bestimmten Stufe direkt hemmend auf das Wachstum einwirken, doch ist der allgemeine Verlauf der Entwicklung davon unabhängig.

2. Bei der Untersuchung der Wachstumsverhältnisse der Bäume will man meist gerade über den Verlauf der grossen Wachstumsperiode sich eine Auffassung bilden. Bei einzelnen Bäumen verfolgt man die Entwicklung der Charakteristika des Wachstums — der Länge, Dicke, des Volumens u.s.w. — *von einer Altersstufe zur andern*, und wenn es sich um die Untersuchung (gleichaltriger) Baumgruppen oder ganzer Bestände handelt, bezweckt man ebenfalls die Feststellung der *mit dem Alter* eintretenden Veränderungen.

Bei forstwirtschaftlichen Untersuchungen werden im allgemeinen die verschiedenen Holzarten und die Bonitätsklassen des Waldbodens getrennt behandelt, sonst aber erstrebt man durch Zusammenfassung des Materiales ein möglichst grosszügiges Bild der *allgemeinen* Wachstumsentwicklung zu erhalten. Zu diesem Zwecke werden bereits die Messungen meist unter Verwendung von 10-jährigen (seltener 5-jährigen) Altersunterschieden angestellt und bei Verarbeitung des Materials die erhaltenen Werte durch besondere rechnerische und graphische Verfahren weiter ausgeglichen. Die Ergebnisse der Untersuchungen werden in s.g. Ertragstafeln zusammengestellt, die das Resultat der mittleren Entwicklung einer bestimmten Holzart in verschiedenen Altersperioden auf verschiedenen Standorten zeigen.

3. Diesem allgemein verwandten Verfahren folgte der Verfasser der vorliegenden Untersuchung vor ungefähr 10 Jahren mit der Absicht das Waldwachstum auf verschiedenartigen Moorböden zu untersuchen. Das Untersuchungsmaterial hatte ich im Herbst 1915 im Revier Haapajärvi in Mittel-Österbotten gesammelt. Von jedem Probestamme wurden Scheiben am Wurzelanlauf, in Brusthöhe (1.3 m), und vom eigentlichen Stamm jedes ungerade Meter (1, 3, 5, . . .) gesägt, die Scheiben dann mit verschiedener Vergrösserung untersucht und die Messungen auf zwei senkrecht zu einander liegenden Durchmessern mit 5-jährigen Altersunterschieden ausgeführt. Auf Grund dieser Messungen nahm ich dann für jeden Baum eine Stammanalyse vor, indem

ich die Entwicklung des Brusthöhendurchmessers und -fläche, der Länge, des Volumens u.a. Charakteristika des Wachstums von einer 5-jährigen Periode zur andern verfolgte.

Als ich die Wachstumsserien graphisch ausglich, konnte ich besonders in den langen, 100—300 Jahre umfassenden Beobachtungsserien eine deutlich sich zeigende Periodizität feststellen, die offenbar jedesmal 6—8 Jahrfünfte umfasste. Am deutlichsten zeigte sich diese Wellenbewegung in den Kurven, welche auf den eigentlichen Messungsergebnissen (den Durchmesserwerten) und mit diesen direkt vergleichbaren Zahlen (den Flächeninhalten) basierten, weniger deutlich in den auf Grund der ausgeglichenen Werte (Längen- und Volumenzahlen) gezeichneten Darstellungen. Bei näherer Beschäftigung mit der Materie beschränkte ich mich deshalb zunächst auf eine Untersuchung des Dickenwachstums.

Mein Untersuchungsmaterial umfasste insgesamt 42 Nadelbäume, von denen 32 Kiefern und der Rest Fichten waren. Die Anzahl der gemessenen Scheiben betrug ungef. 300.

Statt der ursprünglichen kumulativen Serien verwandte ich aus diesen abgeleitete Differenzserien. Nachdem ich diese Serien graphisch dargestellt hatte, untersuchte ich für jeden Baum gesondert die gebrochenen Linien und notierte die von ihrer Umgebung sich deutlich abhebenden Maximal- und Minimalpunkte. Die schliessliche Zusammenstellung der Resultate zeigte, dass die deutlichsten Extremwerte mit gleichen Vorzeichen ungef. in jedem zweiten Jahrfünft eintraten, in der Serie also eine ungef. 10-jährige Periode herrschte.

Ich verglich jetzt die von mir abgeleitete Serie mit der bekannten 11-jährigen Sonnenfleckenperiode und konnte dabei feststellen, dass im Dickenwachstum der Nadelbäume auf den Moorböden des Untersuchungsgebietes sich deutlich periodische, der 11-jährigen Sonnenfleckenperiode positiv folgende Schwankungen feststellen liessen.

Diese Ergebnisse veränderten meine Stellung zu der untersuchten Frage vollständig. Statt des Altersmomentes stellte ich nun das *Zeitmoment* in den Vordergrund. Die Verwirklichung meines ursprünglichen Untersuchungsprogrammes beschloss ich aufzuschieben und statt dessen der Aufhellung der im Wachstumsverlauf sich zeigenden vieljährigen Schwankungen meine Aufmerksamkeit zu widmen. Der Gegenstand erschien mir besonders deswegen interessant, weil er meines Wissens früher weder von forstwissenschaftlicher noch von botanischer Seite behandelt war.

4. Die Periodizität im Wachstum der Bäume muss wahrscheinlich in nahen Zusammenhang gestellt werden mit den Veränderungen in den Witterungsverhältnissen. Die Einwirkung der Witterung — vor allem der Regenmenge und Temperatur — auf das Wachstum der Bäume ist von den Botanikern und Forstwissenschaftlern natürlich schon früher beachtet worden. Doch lag den einschlägigen Untersuchungen meist sehr spärliches Material zu Grunde und es wurden verhältnismässig kurze Beobachtungsperioden, ja sogar einzelne Jahre, untersucht. Oft rührten solche Untersuchungen daher, dass die Wachstumsergebnisse einzelner bestimmter Jahre auffallend sich von dem Durchschnitt unterschieden hatten. Das Hauptinteresse wurde immer der Abhängigkeit des Jahreswachstums von den jeweiligen Witterungsverhältnissen gewidmet. Nur in einigen Untersuchungen sind nebenbei auch die vieljährigen Veränderungen des Wachstums beachtet.

5. Bekanntlich zeigen die meteorologischen Faktoren vieljährige (zyklische) Schwankungen. Dieses Forschungsgebiet ist seit BRÜCKNERS epochemachenden Untersuchun-

gen über die Klimaschwankungen besonders gepflegt worden. Doch sind die erzielten Ergebnisse trotz der grossen Zahl der Untersuchungen in vieler Beziehung noch unbestimmt und einander widersprechend, was zum Teil wohl eine Folge der Mängel in den Untersuchungsmethoden ist, vor allem aber aus der verhältnismässigen Kürze der zu Gebote stehenden zuverlässigen Beobachtungsserien herrührt.

6. Mangels hinlänglich langer und kontinuierlicher direkter Beobachtungsserien haben einige Forscher Wachstumsserien der Bäume zu klimatologischen Zwecken verwandt. Hier sind vor allem zwei amerikanische Forscher zu erwähnen, nämlich der Astronom Douglass und der Geograph Huntington. Der erstere hat vor allem der Periodizität im Wachstum der Bäume seine Aufmerksamkeit geschenkt, der letztere versucht, die absoluten Veränderungen der Witterungsverhältnisse (in erster Linie der Regenmenge) u.a. unter Verwendung von Baumwachstumsserien aufzuhellen.

Douglass und Huntington basierten ihre Untersuchungen auf Jahresringmessungen, die in den Basalteilen der Bäume vorgenommen wurden. Douglass nahm Messungen von Jahr zu Jahr vor. Sein Material umfasste ungef. 275 Nadelbäume, von denen die meisten aus den westlichen Teilen der Vereinigten Staaten (Arizona, California, Colorado und Oregon), unbedeutendere Gruppen aus den östlichen Teilen der Vereinigten Staaten (Vermont) sowie aus Nord- und Mitteleuropa (England, Norwegen, Schweden, Deutschland und der Tschechoslovakei) stammten. Huntington untersuchte hauptsächlich mit 10-jährigen Altersunterschieden, nur zum geringen Teil mit Jahresgenauigkeit gemessene Wachstumsserien. Sein Material umfasste einmal 2664 St. von der amerikanischen Forstverwaltung in verschiedenen Teilen des Landes gemessene Nadel- und Laubbäume, sodann 451 St. von ihm selbst oder seinen Helfern in der Sierra Nevada gemessene Mammutkiefern (*Sequoia washingtoniana*). Von diesen Riesenbäumen enthielt Douglass' Material 23 St. Beide Forscher richteten ihre Aufmerksamkeit in erster Linie auf die Mammutkiefern, die ihnen ein Untersuchungsmaterial gaben, das 3200 Jahre zurückreichte.

Douglass und Huntington verglichen ihre Wachstumsserien mit den Veränderungen metereologischer (in erster Linie der Regenmenge) und kosmischer Erscheinungen (der verhältnismässigen Häufigkeit der Sonnenflecken) aufweisenden Beobachtungsserien. Douglass stellt die in den Beobachtungsserien am deutlichsten und allgemeinsten auftretenden Perioden in Zusammenhang mit der 11-jährigen Sonnenfleckenperiode. Diese Perioden umfassen 5—6, 10—13, 21—24, 32—35 und 100—105 Jahre oder entsprechend eine halbe, volle, doppelte, dreifache und 3 × 3-fache Sonnenfleckenperiode. Er will ausserdem oft eine 19-, 14-, 10-, 7- und ungef. 2-jährige Periode bemerkt haben, hält aber die obige Zusammenstellung für wahrscheinlich vollständig, wenigstens in bezug auf Perioden, die mehr als 20 Jahre umfassen. Huntington gibt an, dass die von ihm untersuchten Wachstumsserien eine 100-200-jährige Periode aufweisen.

7. Die Untersuchung der vieljährigen Schwankungen im Wachstum der Bäume hat Verf. selbständig, auf dem oben (3) beschriebenen Wege in Angriff genommen, ohne die früheren Forschungen auf diesem Gebiete zu kennen. In dem vorliegenden ersten Band, der einen Teil der Ergebnisse meiner Untersuchungen gibt, beschränke ich mich darauf, vorläufig das Dickenwachstum der Kiefer (*Pinus silvestris*) auf Grund des von mir auf verschiedenartigen Standorten in verschiedenen Teilen Finnlands in den Jahren 1918—1920 gesammelten Materiales zu untersuchen.

Untersuchungsmaterial- und Verfahren.

Das Sammeln des Primärmaterials.

8. Im Sommer 1918 unternahm ich als Assistent der Forstwissenschaftlichen Versuchsanstalt eine Untersuchungsreise nach den Staatsforsten in der Gegend des Oulujärvi und des Sotkamosystems im Kirchspiel Kajaani um Material zur Untersuchung des Waldwuchses auf verschiedenartigen Mooren zu sammeln.

Ich wählte vier Probeflächen, deren Grösse ungef. 0.20—0.25 ha. betrug. Auf jeder Probefläche wurden alle frischen Bäume gefällt und planmässig der grösste Teil der Pflanzen, zu denen höchstens 1.3 m lange Bäume gerechnet wurden, ausgerissen. Der nächste Zweck meiner Arbeit war nämlich die Wachstumsverhältnisse dieser sehr verschiedenaltrigen Bestände eingehend zu analysieren. Daneben war es meine Absicht gewisse statistische Methoden und einige Instrumente auf ihre Brauchbarkeit zu prüfen.

Die Versuchspflanzen sollen hier nicht weiter berührt werden (67). In bezug auf das Fällen und Messen der Probestämme sei folgendes mitgeteilt:

Zur Bestimmung der Himmelsrichtung wurden vor dem Fällen der Bäume mit der Axt am Basalteil des Stammes und nach dem Fällen an den Stellen des Stammes, wo Scheiben gesägt werden sollten, Zeichen angebracht. Vor dem Fällen wurde nötigenfalls mit der Hacke die Moosdecke um den Basalteil entfernt um den Wurzelanlauf freizulegen und an dieser Stelle dann der Baum gefällt.

Im allgemeinen habe ich von jedem Stamme nur zwei Scheiben gesägt, die eine am Wurzelanlauf zur Bestimmung des Alters, die andere in Brusthöhe um die Entwicklung des Stammes zu untersuchen. Auf jeder Probefläche wurden jedoch bei einigen Stämmen für eine vollständige Stammanalyse auch an anderen Teilen des Stammes Schnitte in genügender Anzahl hergestellt. Auf jeder Scheibe wurde an der Basalseite ein die Himmelsrichtung anzeigender Pfeil gezeichnet und an der Kronenseite Zeichen angebracht, welche die laufende Nummer und die Schnittstelle der Scheibe angaben.

Die Länge der Stämme (und ebenso die Brusthöhe) wurde vom Basalschnitt ab gemessen. Die Stämme wurden in Brusthöhe in der Richtung N-S und E-W mit einer eigens konstruierten Grundflächenkluppe gemessen, weiter die Kronenform jedes Baumes notiert und die Krone der für Stammanalysen bestimmten Bäume genau gemessen.

Auf jeder Probefläche habe ich botanische Aufzeichnungen nach NORRLINS Häufigkeitsskala gemacht und die Tiefe des Moores und die Beschaffenheit des Torfes und des Bodens untersucht. Die untersuchten Bestände wurden photographiert und ausserdem einige die Stellung, Grösse und Art des Probegebietes betreffende Aufzeichnungen gemacht sowie eine kurze Beschreibung des Bestandes gegeben.

9. Da ich verhindert war mein im Sommer 1918 gesammeltes Untersuchungsmaterial für die anfänglich geplanten Zwecke zu verwenden, beschloss ich im folgenden Frühling, als ich im Dickenwachstum der Nadelbäume des Reviers Haapajärvi periodische Schwankungen festgestellt hatte (3), mein in der Gegend des Oulujärvi und des Sotkamosystems gesammeltes Material zur Nachprüfung meiner Ergebnisse zu benutzen.

Im Verlaufe der Arbeit erschien es wünschenswert die Untersuchung auf andere Teile des Landes und verschiedenartige Standorte auszudehnen. Da ich infolge von Amtsgeschäften verhindert war Reisen vorzunehmen, übernahmen einige Herren der Forstverwaltung freundlichst das notwendige Ergänzungsmaterial zu beschaffen.

So hat Herr Professor V. T. Aaltonen im Sommer 1919 in Sodankylä für meine Untersuchung Material gesammelt. Im selben Sommer brachten Forstrat Dr. phil. O. J. Lakari in Kuusamo und Professor Dr. phil. Y. Ilvessalo in der Gegend des Pielisjärvi Ergänzungssammlungen von Scheiben für mich zu Stande. Im Spätherbst desselben Jahres liessen die Herren Forstmeister P. Jokinen in Suojärvi und A. Europaeus in Lokalahti eine Reihe von Scheiben für meine Untersuchungen sägen. Ausserdem stellte mir Professor Aaltonen im Herbst 1920 eine Gruppe von Scheiben aus Evo zur Verfügung.

10. Den Herren, die mir bei der Sammlung des Materials behilflich waren, gab ich eingehende schriftliche Verhaltungsmassregeln:

Es waren als Untersuchungsflächen repräsentative, d.h. zu irgend einem allgemeineren Heide- oder Moortyp gehörende, der Oberflächengestaltung nach ebene Flächen zu wählen. Die zu untersuchenden Bestände waren nach Möglichkeit natürlichen, von Hieben und Schäden verschonten, älteren (wenigstens 80-jährigen) reinen Kiefernbeständen zu entnehmen.

Als Probestämme sollten aus gleichdichtem Bestandsteil 5—10 regelmässig entwickelte (geradstämmige) unbeschädigte, teils herrschende, teils beherrschte Bäume gewählt werden. Von jedem Probestamm waren entweder zwei Scheiben, die eine am Wurzelanlauf, die andere in Brusthöhe, oder nur eine Scheibe am Basalteil (unterhalb des in gewöhnlicher Höhe gefällten Stammes) zu sägen. Die Scheiben sollten 1 ½—2 cm dick sein und jede an einer bestimmten Seite die laufende Nummer des Probestammes und Schnittes (teilweise auch einen Pfeil zur Bezeichnung der Himmelsrichtung) erhalten. Weiter war die Schnittfläche der Basalscheiben, vom Wurzelanlauf gerechnet, zu messen ebenso die Länge und (im allgemeinen) der Durchmesser in Brusthöhe.

Schliesslich war die Probefläche geographisch zu charakterisieren und eine kurze Beschreibung des Waldbodens und des Bestandes zu geben. Auch war die Zeit anzugeben, wann das Material gesammelt wurde.

Diese zu verschiedenen Zeiten gegebenen Verhaltungsmassregeln waren nicht ganz gleichartig.

Die betr. Herren haben bei der Sammlung des Materiales im allgemeinen genau meine Vorschriften befolgt. Irgendwelche Schwierigkeiten konnten sich dabei nicht ergeben, denn die Arbeit ist ja ihrem Wesen nach sehr einfach.

11. Wie aus obigem ersichtlich ist, sollten neben passendem Untersuchungsmaterial auch die wichtigsten, für die Verwendung und Deutung des Materials notwendigen Notizen gesammelt werden. Zu erwähnen ist, dass ein Teil der auf die Auswahl der Untersuchungsgebiete und der Probestämme bezüglichen Verhaltungsmassregeln ausdrücklich bezweckte gewisse auf die Untersuchung möglicherweise störend einwirkende Momente schon im Anfang der Arbeit auszuschalten.

Die Bodenneigungsverhältnisse des Standortes, die Stellung des Baumes (gerade oder schräg) und die Stammform (gerade oder krumm) sind Momente, die entscheidend auf die Regelmässigkeit der Jahresringe in der (senkrecht zur Längsrichtung des Baumes hergestellten) Schnittfläche und infolgedessen auch auf die Zuverlässigkeit der aus dem Schnitt zu erhaltenden Messungsserien einwirken können. Darum war es wichtig darauf hinzuweisen, dass zu Untersuchungsflächen nur ebene Flächen, als Probestämme geradstämmige, regelmässig entwickelte Bäume genommen wurden.

Verschiedene den Bestand oder den Waldboden berührende wirtschafliche Massnahmen, wie Hieb und Entwässerung, beeinflussen natürlich die Entwicklung derBäume,

so dass sie bei Arbeiten wie die vorliegende Untersuchung Fehlerquellen bilden. Deshalb musste das Material aus »natürlichen» Beständen gewählt werden.

Ebendasselbe gilt für die mannigfachen Gefahren, denen der Wald ausgesetzt ist. Es ist auch daran zu erinnern, dass z.B. Insekten-, Pilz-, Sturm- oder Brandschäden auf das Wachstum eines bestimmten Baumes auch in dem Falle merkbar einwirken, dass der Baum selbst unbeschädigt geblieben ist, der Schaden aber seine Nachbarn betroffen hat. Es empfahl sich also die zu untersuchenden Proben möglichst unbeschädigten Beständen zu entnehmen.

Angaben über das Primärmaterial.

12. Wie oben angegeben wurde, ist das in der vorliegenden Untersuchung verwandte Material in den Jahren 1918—1920 zusammengebracht worden. Weil die aus den einzelnen Teilen des Landes stammenden Scheibengruppen von verschiedenen Personen gesammelt sind, weisen natürlich die bei den Arbeiten im Felde in bezug auf das Material gemachten Aufzeichnungen ihrer Beschaffenheit nach unter einander einige Verschiedenheiten auf.

Die primären Angaben über die Untersuchungsflächen und Probestämme werden hier in einer vereinheitlichten Form und im allgemeinen hinterher etwas ergänzt gegeben. Doch sind die ursprünglichen Beschreibungen der Standorte und Bestände des aus der Gegend von Kajaani stammenden Materiales hier der Gleichmässigkeit wegen gekürzt worden. Wenn nichts anderes angegeben ist, wurden die Aufzeichnungen jedesmal bei der Sammlumg des Materiales an der Untersuchungsstelle gemacht.

Die einzelnen Teile (Gruppen) des Materiales sind immer kurz durch den Anfangsbuchstaben des Namens des betr. Sammlers (**9**), die einzelnen Probeflächen durch römische und die Probestämme durch arabische Ziffern bezeichnet.

Die Darstellung zerfällt für jeden Teil des Materiales in drei inhaltlich verschiedene Teile. Im ersten werden kurz die Standorte und Bestände charakterisiert, im zweiten die wichtigsten Angaben betr. die Probestämme gemacht und im dritten einige die Darstellung ergänzende Bemerkungen gegeben.

13. —

14. Bei den Angaben betr. die Probestämme wird zunächst die dem Probestamm gegebene Nummer erwähnt. Die Stämme, deren Nummern in Klammern gesetzt sind, kommen für das endgültige Untersuchungsmaterial nicht in Frage, weil die betr. Scheiben bei der Untersuchung als untauglich befunden und darum nicht gemessen wurden.

Der Buchstabe *D* bezeichnet den Durchmesser der (Basal-) Scheibe, die Zeichenzusammenstellung *D1.3* den Brusthöhendurchmesser. Sowohl *D* wie *D1.3* gibt den Durchmesser mit der Rinde an.

Der Buchstabe *N* bedeutet das im Zusammenhang mit der Mikroskopierarbeit aus den Scheiben bestimmte Alter des Stammes (**55, 57**). *No* bezieht sich auf die am Wurzelanlauf gesägte Grundscheibe, *N* auf die Basalscheibe im allgemeinen. Im letzteren Falle gibt die Wurzelstockhöhe die Schnittstelle der Scheibe an.

15. Die Stellung der Probestämme im Bestande wird durch die Ausdrücke *herrschend* und *beherrscht* bezeichnet. Wo nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben ist, wurde in den Primäraufzeichnungen die entsprechende Ausdrucksweise verwandt. Doch

sind diese Charakterisierungsbezeichnungen für einige Teile des Materiales erst nachträglich aus den anderen Aufzeichnungen über die Probestämme abgeleitet worden.

Die Ausdrücke *herrschend* und *beherrscht* sind hier nur als eine Art Gruppenbezeichnung verwandt um die relative Stärke der Entwicklung bei den auf der gleichen Probefläche gefällten Stämmen anzugeben.

16. Die Grösse der Basalscheiben, *D*, ist im Zusammenhang mit den Mikroskopierungsarbeiten als mittlerer Wert aus zwei senkrecht auf einander gemessenen Durchmessern bestimmt worden.

17. Die Verzeichnisse der Probestämme für das B-Material unterscheiden sich in ihrem Umfang von den entsprechenden für die übrigen Teile des Materiales. Bei der tabellarischen Zusammenstellung des Materiales meiner Helfer sind nämlich alle Probestämme der untersuchten Flächen berücksichtigt worden, während das Verzeichnis über das B-Material nur einen Teil der auf den Probeflächen gefällten und im Walde gemessenen (**67, 68**) Stämme enthält.

18. Die in den Anmerkungen behandelten Momente beziehen sich teils auf das gesamte Material, teils auf bestimmte Probeflächen oder Probestämme.

19—39. —

Die Untersuchungsflächen und Probestämme.

40. Die Untersuchungsflächen werden in ihrer Gesamtheit, also sowohl mein eigenes wie das von den andern Herren gesammelte Material, behandelt. Aufmerksamkeit wird dabei zunächst den Standorten, dann den Beständen im allgemeinen geschenkt. Dann werden die auf den Probeflächen früher vorgenommenen forstwirtschaftlichen Massnahmen besprochen und schliesslich die in den untersuchten Beständen nachweislich eingetretenen Schädigungen erwähnt. Die auf die letzteren (hauptsächlich Waldbrände) bezüglichen Primärangaben werden als Resultat der Untersuchung der Scheiben erst später in anderem Zusammenhange aufgezählt (**82**).

Bei Besprechung der Angaben über die Probestämme erschien es am zweckentsprechendsten das Material gesondert, auf der einen Seite das B-Material, auf der anderen das gesamte übrige zu behandeln. Dabei wird zunächst die Zahl der untersuchten Bäume, dann das Alter der gemessenen Stämme, ihre Länge und Stellung im Bestand und in bezug auf des B-Material auch ihr Brusthöhendurchmesser gemustert.

Die Standorte.

41—42. Die Probeflächen des B-Materiales liegen alle auf Mooren. Dagegen entstammt das andere Material teilweise trockenen, teilweise sumpfigen Standorten. Die Zusammenstellungen zeigen die Verteilung der Probeflächen (**41**) und Probestämme (**42**) auf die Heide- und Moorböden.

Das mir von meinen Helfern zur Verfügung gestellte Material umfasst im ganzen 94 gemessene Probestämme, von denen $^{7}/_{10}$ von Heiden, $^{3}/_{10}$ von Mooren stammen. Mein gesamtes Untersuchungsmaterial beträgt 227 gemessene Probestämme, bei denen das obige Verhältnis gerade umgekehrt ist: von den Probestämmen vertreten $^{3}/_{10}$ trokkene und $^{7}/_{10}$ sumpfige Standorte.

43. Die geographische Lage der Standorte zeigt die Karte im Anhang.

Von den Untersuchungsflächen des B-Materiales liegt die Probefläche I auf Weissmoor-Reisermoor und vertritt den Ledum-Betula nana-Eriophorum-Typ, die Probeflächen II, III und IV auf verschiedenartigen eigentlichen Reisermooren. Die erstere ist ein Heidemoor, die folgende ein Betula nana — Gras — bruchmoorartiges Reisermoor die letzte ein Myrtillus-bruchmoorartiges Reisermoor. Die Flächen I und II gehören zu den mageren, die Flächen III und IV zu den verhältnismässig gutwüchsigen Reisermooren (**19**).

Von den in Lappland liegenden Probeflächen des A-Materiales vertreten II, III und IV die besten Waldböden jener Gegenden. Die beiden ersteren sind Vaccinium-Heiden, die letztere eine Empetrum-Heide. Probefl. I liegt auf Waldboden, der in bezug auf Wachstumsfähigkeit schwächer ist als die vorigen, nämlich auf Cladina-Heide, und Probefl. V auf im eigentlichen Sinne magerem Boden, näml. auf Ledum-Empetrum nigrum-Reisermoor. Die in Evo untersuchte Oxalis-Heide, Probefl. A.VI, zählt zu den besten Waldböden in Südfinnland.

Die Probefl. II des L-Materiales vertritt einen für Nordfinnland charakteristischen, in bezug auf Wachstumsfähigkeit zu den besten zählenden Waldböden, näml. eine Heide vom Empetrum-Myrtillus Typ. Für die auf sumpfigem Boden liegende Probefl. I ist in den Aufzeichnungen die Benennung »Calluna-Ledum-Reisermoor» verwandt. Nach den Messungen der Probestämme zu schliessen ist der Standort verhältnismässig günstig und entspricht ungefähr dem Standorte der Probestammgruppe A.V. (**44**).

Die Probefl. II des I-Materiales gehört zum Vaccinium-Heide-Typus und vertritt die mittelmässigen Waldböden in Südfinnland. Die Moorflächen diesesMateriales, die Probefl. I und III liegen auf Weissmoor-Reisermoor und zwar einer Zwischenform zwischen Heidemoor mit grossen Reisern und Sphagnum fuscum-Weissmoor. Jede Probefläche vertritt in bezug auf Wachstumsfähigkeit des Waldes magere Moorböden.

Von den Probeflächen des J-Materiales liegen I und II auf Myrtillus-, IV auf Vaccinium und VI auf Calluna- (Vaccinium-) Heide. Die beiden ersteren vertreten demnach gutwüchsige, die folgende mittelmässige und die letztere magere Waldböden in Südfinnland. Die beiden Moorflächen, Probefl. III und V, sind als »Ledum-Reisermoor» und als »Ledum-Calluna-Reisermoor» bezeichnet. Beide Standorte gehören zu den eigentlichen Reisermooren. Der erstere ist für das Wachstum des Waldes besonders günstig, der letztere bedeutend weniger (**44**).

Beim E-Material vertreten die Probeflächen III, V und IV die gewöhnlichsten Waldböden in Südfinnland, näml. resp. Myrtillus-, Vaccinium- und Calluna-Heiden. Probefl. I liegt auf felsiger Heide. Über Probefl. II, die auf Reisermooren liegt, ist in den Aufzeichnungen nichts näheres erwähnt. Nach der Länge der gefällten Probestämme zu schliessen, gehört diese Probefl. zu den mittelmässigen Reisermooren in Südfinnland und entspricht in bezug auf ihren Wachstumswert ungef. der Fläche J.V.

Die Bestände.

44—45. Die Zusammenstellungen enthalten einige Zahlenangaben über die Bestände, die aus den an den Probestämmen vorgenommenen Messungen abgeleitet sind. Wo der Kubikinhalt des Bestandes pro ha bekannt war, ist auch diese Zahl angegeben.

Diese Zusammenstellungen geben ein zusammengedrängtes Bild über die untersuchten Bestände in ihrer Gesamtheit. Ausserdem bieten die Vergleichungen ergän-

zende Angaben zu den Notizen über die Beschaffenheit der Standorte. Der Deutlichkeit halber und um die Vergleichungen zu erleichtern sind die Probeflächen von Heiden und Mooren getrennt zusammengefasst. Die erste Zusammenstellung enthält die eigentlichen Waldböden, die letztere die sumpfigen Standorte.

Bei Schätzung des Alters des herrschenden Bestandes mit Hilfe der Probestämme war im allgemeinen nur das Alter der gemessenen Bäume zu verwenden, weil das Alter der ausgeschiedenen nur in Ausnahmefällen durch Untersuchung der Scheiben festgestellt war. Bei der Altersbestimmung wurde den als herrschend wie als beherrscht bezeichneten Probestämmen das gleiche Gewicht gegeben. Unberücksichtigt blieben nur Bäume, die entweder deutlich Überhälter waren, oder wahrscheinlich zum Unterbestand gehörten. — Das gesuchte Alter wurde durch Berechnung des arithmetischen Mittels der Alter der jedesmal in Frage kommenden Stämme ermittelt und das Resultat nach oben und zwar (je nach der Beschaffenheit des Standortes sowie dem Alter und der Wurzelstockhöhe) im allgemeinen entweder auf den nächsten oder folgenden Zehner, ausnahmsweise noch höher abgerundet.

Die Länge und der Durchmesser der herrschenden Bäume, $D_{1.3}$ oder D, sind jedesmal auf Grund der Messungen der Probestämme, die in herrschender Stellung standen, bestimmt, unabhängig davon, ob die von diesen Bäumen gesägten Scheiben gemessen oder ausgeschieden wurden, wenn nur die Bäume wahrscheinlich zu dem herrschenden Bestande gehörten. Länge wie Durchmesser der herrschenden Bäume sind als arithmetisches Mittel aus den entsprechenden Werten der in Frage stehenden Probestämme berechnet. Die Ergebnisse der Berechnungen sind in ersterem Falle auf die folgende Meter-, in letzterem Falle auf die nächste gerade Zentimeterzahl abgerundet.

46. In den Zusammenstellungen sind die das Alter des herrschenden Waldes angebenden Zahlen im allgemeinen unter einander direkt vergleichbar. Doch ist darauf hinzuweisen, dass die für die sehr verschiedenaltrigen und verhältnismässig kleinen Baumgruppen einiger Moorflächen — in erster Linie der Probefl. A.V, L.I, J.V und E.II — ermittelten Durchschnittsalter eigentlich nur rechnerische Abstraktionen sind und dass man sie nicht ohne weiteres mit den mittleren Werten, die für die gleichaltrigen Baumgruppen errechnet sind, vergleichen darf.

Die Länge der herrschenden Bäume kann auf allen Probeflächen als vergleichbar gelten, ebenso einerseits die in Brusthöhe und andererseits (jedesmal ungef. in der selben Höhe) an der Basis gemessenen Diameter. Dagegen sind die Werte $D_{1.3}$ und D natürlich nicht direkt mit einander vergleichbar. Aus diesem Grunde sind die an der Basis gemessenen Diameter in den Zusammenstellungen in Klammern gesetzt.

Die Kubikmengen pro ha sind, da sie jedesmal auf den Bestand in seiner Gesamtheit bezogen sind, geeignet die ausschliesslich auf herrschenden Wald oder herrschende Bäume sich beziehenden Zahlen passend zu ergänzen.

Forstwirtschaftliche Massnahmen auf den Probeflächen.

47. Die forstwirtschaftlichen Massnahmen auf den Probeflächen, die in den Aufzeichnungen angegeben sind, müssen bei eingehender Analyse des Materiales genau beachtet werden. Auch in vielen Fällen, wo in den Aufzeichnungen solche Massnahmen nicht erwähnt sind, ist Vorsicht in der Deutung der Beobachtungsserien am Platze.

48. Bei den Probefl. I, II und IV des B-Materiales ist ausdrücklich angegeben, dass auf ihnen früher keinerlei Hieb stattgefunden hat. Bei Probefl. III dagegen wird

erwähnt, dass im Winter vorher einige Bäume entfernt sind. Dem liesse sich noch hinzufügen, dass auf den Mooren, auf denen diese Probeflächen liegen, keine Entwässerung stattgefunden hat.

In den Schilderungen der Probefl. I, IV und V des A-Materiales werden keinerlei forstwirtschaftliche Massnahmen erwähnt. Bei Probefl. III wird ausdrücklich angegeben, dass kein Hieb stattgefunden hat, bei Probefl. II, dass vor ungef. 30—40 Jahren einige grosse Bäume gefällt, und bei Probefl. VI, dass in den letzten Jahren (meistens vor 10—15 Jahren) Birken entfernt wurden.

In den Aufzeichnungen über das L-Material finden sich keine Angaben über möglicherweise vorgenommene fortswirtschaftliche Massnahmen. Bei der Entlegenheit der Probeflächen dürften solche wohl kaum stattgefunden haben.

Die Beschreibung der Probeflächen des I-Materiales enthält keine Angaben über Hieb. Mit Berücksichtigung der günstigen Verkehrslage der untersuchten Bestände ist es jedoch sehr wahrscheinlich, dass wenigstens auf der auf Heide liegenden Probefl. II früher Hieb stattgefunden hat. In bezug auf Probefl. I heisst es, dass »weiter südlich einige Entwässerungsgräben angelegt sind».

Für das J-Material ist angegeben, dass auf den untersuchten Heiden, also auf den Probefl. I, II, IV und VI, wie überall in den Wäldern von Annantehdas früher Läuterungshieb stattgefunden hat, dass dagegen auf den Reisermooren, also den Probefl. III und V, wahrscheinlich keine Bäume gefällt sind. Leider ist der Zeitpunkt dieser forstwirtschaftlichen Massnahmen nicht angeben.

Bei den Probeflächen des E-Materiales werden keine forstwirtschaftlichen Massnahmen erwähnt. Doch ist es wegen der Lage des Untersuchungsgebietes wahrscheinlich, dass wenigstens auf den gutwüchsigen Probeflächen III, IV und V schon vor der Untersuchungszeit Hieb stattgefunden hat.

Schäden in den untersuchten Beständen.

49. Bei der Häufigkeit der Waldbrände in Finnland ist es nicht zu verwundern, dass die Hälfte der untersuchten Bestände wenigstens einmal, wenn nicht mehreremal durch Feuer beschädigt ist. Andere nennenswerte Schäden lassen sich dagegen für die Probeflächen nicht feststellen.

Die Zeitpunkte, wann das Feuer die Bestände verheert hat, sind bei der Deutung der Beobachtungsserien genau zu beachten. Soweit auf Grund des gesammelten Materiales Brandjahre festgestellt wurden, sind diese in der Übersicht über das Beobachtungsmaterial (**82—140**) angegeben. Im folgenden werden hauptsächlich auf Grund dieser Angaben die Brände auf den verschiedenen Probeflächen mitgeteilt.

50. B-Material: Auf den Probefl. I und II sind keine Brandspuren festgestellt. Die Bestände der Probefl. III und IV dagegen sind zu verschiedenen Malen dem Feuer ausgesetzt gewesen. Auf der ersteren haben Brände wenigstens in den Jahren 1804, 1808 und 1867, wahrscheinlich auch 1807, auf der letzteren wenigstens in den Jahren 1711, 1785, 1868 und 1884 sowie entweder im Herbst 1906 oder spätestens im Frühjahr 1907 stattgefunden.

A-Material: Die in Nordfinnland liegenden Probeflächen des Materiales haben, alle im Laufe der Zeit gebrannt, Probefl. I in den Jahren 1821, (1822), (1853) und 1855 Probefl. II in den Jahren 1831, (1831), 1883, 1886, 1888, 1891, 1895, 1897, und 1907

Probefl. III in den Jahren 1716, (1856) und 1903, Probefl. IV entweder in den Jahren 1712, 1715 oder 1716 (ungef. 1720), sowie Probefl. V in den Jahren 1886 und 1890. Die Zahlen in Klammern stammen aus den Angaben, die AALTONEN in seinen (43) erwähnten Arbeiten über die in Frage stehenden Probegebiete gibt. Die aus verschiedenen Quellen stammenden Angaben sind teilweise widerspruchsvoll, was darauf beruht, dass die Zeit des Brandes sich nicht immer mit Jahresgenauigkeit feststellen lässt. — Die in Südfinnland liegende Probefl. A.VI ist wahrscheinlich von Bränden verschont geblieben.

L-Material: Auf den Scheiben von Probefl. I liessen sich keine Brandwunden feststellen. Eine Basalscheibe von Probefl. II zeigte eine kleine Brandnarbe im Jahresring 1835, was vielleicht auf einen Brand in diesem Jahre hindeutet.

I-Material: Auf den Probefl. I und II liessen sich an den Scheiben keine Brandspuren feststellen, dagegen an zwei von Probefl. III zahlreiche Spuren, doch sind die Brandjahre in diesen Fällen nicht bestimmt worden, weil die fraglichen Scheiben ausgeschieden wurden.

J-Material: Die Probefl. III, IV und V sind während der Lebenszeit der untersuchten Bestände wahrscheinlich von Bränden verschont geblieben. Die anderen Probeflächen des Materiales haben alle ihre Brandjahre aufzuweisen, nämlich wenigstens die folgenden: I 1826 und 1869, II 1864 und VI 1826 und 1852.

E-Material: Nur an einer von Probefl. IV stammenden ausgeschiedenen Scheibe wurden Brandnarben festgestellt, die Probefl. I, II, III und V zeigen dagegen in ihren Beständen keinerlei Spuren von Bränden.

Anzahl der untersuchten Bäume.

51. Die Zusammenstellung gibt die Gesamtzahl der untersuchten sowie die der wirklich gemessenen und ausgeschiedenen Bäume für das B-Material an.

52. Die Zusammenstellung gibt einen Vergleich zwischen der Gesamtanzahl der Bäume auf den verschiedenen Probeflächen des B-Materiales und den gemessenen Stämmen (in %).

Dass die Stämme von Probefl. I verhältnismässig wenig zahlreich sind, beruht darauf, dass die Bäume dieser Fläche zum grössten Teil sehr klein waren. Auch rühren die Unterschiede in der Häufigkeit des die einzelnen Probeflächen vertretenden Materiales teilweise daher, dass die aus den verschiedenen Gebieten stammenden Scheiben in ungleich hohem Grade der Ablesung und Messung von Jahresringen Schwierigkeiten entgegenstellten. Dieser Umstand gibt auch die Erklärung für die geringe Anzahl der auf Probefl. II gemessenen Bäume.

53. Die Zusammenstellung zeigt den Umfang des Materiales meiner Helfer. Zunächst wird die Anzahl der Probeflächen für jedes Material, dann die der untersuchten und gemessenen und schliesslich die der ausgeschiedenen Stämme angegeben.

Die Anzahl der Probeflächen und der untersuchten Bäume des A-, J- und E-Materiales entspricht dem ursprünglichen Plane. Doch ist zu erwähnen, dass das A-Material eigentlich zwei verschiedene Sammlungen enthält, von denen zur kleineren, in Südfinnland gesammelten Gruppe nur eine Probefläche und 8 untersuchte Bäume gehören. Dass das L-Material so klein ist, rührt (wie der Sammler angegeben hat) teilweise daher, dass unbeschädigte Bäume im Untersuchungsgebiete schwer zu finden waren, teilweise von der entlegenen Lage der Fläche, die einen Transport der Scheiben sehr erschwerte.

Für das I-Material, das verhältnismässig knapp ist, gibt der Sammler an, dass in den in Frage stehenden günstig gelegenen Staatsforsten alte Bestände sehr selten sind.

54. Die Zusammenstellung gibt einen Überblick über die Verteilung der untersuchten Bäume auf die gemessenen und ausgeschiedenen Bäume für die Probeflächen meiner Helfer.

Das Alter der gemessenen Bäume.

55. Schon früher (**52**) wurde beiläufig gezeigt, dass die Altersverhältnisse der untersuchten Bestände des B-Materiales sehr eigenartig sind. Für die Probestämme wurden diese Verhältnisse oben in einer Zusammenstellung (**20**) beleuchtet, wo die Anzahl der aus der Basalscheibe abgelesenen Jahresringe (N_0) das Alter der fraglichen Bäume zeigt. Die genaue Altersbestimmung von Bäumen, die auf mageren Standorten gewachsen sind, erfordert besondere Untersuchungen, die in diesem Zusammenhang zu weit vom eigentlichen Ziele meiner Arbeit fortgeführt hätten. Obgleich die angegebenen Zahlen höchstwahrscheinlich nur eine Art von Minimalwerten für das wirkliche Alter der Bäume sind, dürften sie doch wohl ein summarisches Bild über die Altersverhältnisse des Untersuchungsmateriales geben können.

56. Die Zusammenstellung, die das Alter der Probestämme des B-Materiales gibt, berücksichtigt nur die gemessenen Probestämme, die hier natürlich am interessantesten sind.

57. Auch für das Material meiner Helfer lassen sich die Altersverhältnisse der Probestämme durch die Ringzahlen in den Basalscheiben feststellen. Dabei sind jedoch gewisse aus der Art des in Frage stehenden Zahlenmateriales herrührende Einschränkungen zu beachten.

Das A-Material umfasst ausser den in Brusthöhe gesägten Scheiben auch solche vom Wurzelanlauf. Wenn wir den ausgezeichneten Standort der in Süd-Finnland liegenden Probefläche A. VI berücksichtigen, können wir mit gutem Grunde annehmen, dass das Alter der Probestämme dieser Fläche mit Hilfe der Basalscheiben richtig bestimmt ist. Die in Lappland gesammelten Probestammgruppen A. I-A. V entstammen dagegen Beständen, die sich unter so ungünstigen Verhältnissen entwickelt haben, dass die Anzahl der Basalscheiben kaum dem Alter der Bäume entspricht. Dasselbe lässt sich mit noch mehr Recht in bezug auf das L-Material aus Nordfinnland sagen, dessen Basalscheiben nicht am Wurzelanlauf, sondern ein paar Dezimeter höher gesägt sind.

In dem I-, J- und E-Materiale wird jeder Probestamm nur durch eine Scheibe vertreten, die am Basalteil des Baumes in wechselnder Höhe gesägt ist. Die Entfernung der untersuchten Scheiben vom Wurzelanlauf ist in allen Fällen so bedeutend, dass die Zahl der Ringe dem Alter der Stämme nicht entsprechen kann. Der Unterschied zwischen dem wirklichen Alter des Baumes und der genannten Ringzahl ist im allgemeinen um so grösser, je magerer der Standort und je länger der Wurzelstock ist.

58. Wie oben für das B-Material (**55**) ist also auch hier zu beachten, dass die zur Verfügung stehenden Alterszahlen im allgemeinen nur eine Art Minimalwerte des wirklichen Alters der Bäume darstellen. Doch sind trotzdem die in Frage stehenden Angaben der Zusammenstellung S. 48—49 geeignet wenigstens eine summarische Auffassung von den Altersverhältnissen des Untersuchungsmateriales zu geben. In der Zusammenstellung sind die bei der Untersuchung ausgeschiedenen Stämme unberücksichtigt geblieben.

59. Die gemessenen Probestämme der einzelnen Probeflächen bilden in bezug auf ihr Alter im allgemeinen sehr einheitliche Gruppen. Das lässt sich schon daraus ersehen, dass die Fälle in den angeführten Verteilungsserien meist entweder an eine oder zwei benachbarte Altersklassen grenzen.

Der Brusthöhendurchmesser der gemessenen Stämme.

60. Die gemessenen Probestämme des B-Materiales sind in der Zusammenstellung S. 50 mit Hilfe des in Brusthöhe gemessenen Durchmessers gruppiert. Um den Überblick zu erleichtern sind in der Zusammenstellung Klassen von 4cm Weite verwandt.

Die Länge der gemessenen Stämme.

61. Wir erwähnten, als von der Anzahl der untersuchten Stämme des B-Materiales die Rede war, dass der verschieden grosse verhältnismässige Umfang des gemessenen Materiales auf den verschiedenen Probeflächen teilweise von der Ungleichheit der Bestände in bezug auf die Grösse der Stämme herrührt.

Auf jeder Probefläche ist ein bedeutender Teil der grössten Stämme der Fläche gemessen, die sich natürlich am besten zur Feststellung der Wachstumsverhältnisse eignen.

62. In der Zusammenstellung S. 52 sind für das B-Material die gemessenen Stämme auf Grund ihrer Länge in 2 m weite Klassen geteilt.

63. Die gemessenen Probestämme meiner Helfer sind in der Zusammenstellung S. 53 ihrer Länge nach in 4 m weite Klassen gruppiert.

64. Bei Musterung der einzelnen Probestammgruppen lassen sich diejenigen Gruppen als gleich lang ansehen, in denen die Differenz der Längen des längsten und kürzesten Baumes höchstens 4.0 m beträgt, und als verschieden lang die Gruppen, in denen die genannte Differenz über 4.0 m gross ist. Dabei bemerken wir, dass rund die Hälfte der Gruppen verschieden lang ist. Das Schwankungsintervall der Längen der Stämme in diesen Gruppen beträgt 4.5—8.5 m. Zur anderen Hälfte gehören ausser den gleich langen Baumgruppen die drei einzelnen Stämme, von denen jeder für sich verschiedene Probeflächen vertritt.

Die Stellung der gemessenen Bäume im Bestand.

65. Die Zusammensetzung des B-Materiales in bezug auf die Stellung der Bäume im Bestande geht aus der Zusammenstellung S. 54 hervor, die angibt, wie die gemessenen Stämme sich auf die herrschenden und beherrschten Bäume verteilen.

66. Für das Material meiner Helfer ist die Verteilung der gemessenen Probestämme auf die herrschenden und beherrschten Bäume in der Zusammenstellung S. 55 angegeben.

Messung der Scheiben.

Auswahl der Scheiben für die Messung.

67. Mein im Sommer 1918 im Gerichtsbezirk Kajaani gesammeltes Untersuchungsmaterial umfasste insgesamt rund 2700 Scheiben (1300 Probestämme) und 2400 Pflanzen (8).

Die Bearbeitung des Materials musste ich auf den folgenden Frühling verschieben und die Messungen wegen der damals in der forstwissenschaftlichen Versuchsanstalt herrschenden Arbeitsüberlastung möglichst einschränken. So blieben die Pflanzen ganz unberücksichtigt und von den Scheiben konnte ich nur einen kleinen Teil untersuchen.

Das Untersuchungsmaterial war in Holzkästen, in feuchtes Moos gepackt, nach Helsinki geschickt worden. Da es im Herbst lange Zeit liegen blieb, wurde ein grosser Teil unbrauchbar. Die Flächenteile der Scheiben wurden schwarz und morsch, so dass sich bei manchen Scheiben die angebrachten Zeichen nicht mehr feststellen liessen.

68. Doch wurde dadurch die Anzahl der verwendbaren Scheiben nicht wesentlich vermindert. Um die Auswahl der zu messenden Schnitte nicht ganz willkürlich zu gestalten beschränkte ich mich zunächst darauf nur Kiefern, die (mit Rinde) im Brusthöhendurchmesser wenigstens 6 cm massen, zu verwenden. Ausserdem beschloss ich die Messungen auf den Brusthöhenscheiben in der Richtung N—S vorzunehmen.

Demgemäss wurden gleich zu Anfang die (allerdings verhältnissmässig wenig zahlreichen) Birken und Fichten und die besonders reichlich vertretenen kleinen Kiefern ausgeschieden. Ausserdem blieben von dem die ziemlich grossen und grossen Kiefern vertretenden Material alle die Scheibenpaare und -gruppen unberücksichtigt, bei denen auf der Brusthöhenscheibe in der erwähnten Messungsrichtung deutlich Beschädigungen, abgesprungene Stellen, Risse, morsche Stellen, Brandwunden u.s.w.) oder störende Bildungen im Bau der Scheibe (Äste, auffallende Exzentrizität, Spiraibildung, s.g. Rotholz u.s.w., vgl. Bild IV und V) festzustellen waren. Auf diese Weise wurde das Material recht stark eingeschränkt.

Von den übrig bleibenden Scheiben, die später zur Erleichterung der Beurteilung geschliffen wurden, musste aus den eben erwähnten Gründen noch ein grosser Teil ausgeschieden werden. Bei der endgültigen Prüfung des Materiales vor der Messung zeigte sich ausserdem, dass die Jahresringe einiger Schnitte stellenweise so undeutlich waren (Ringverschmelzungen und fehlende Ringe besonders in den peripheren Teilen der Scheiben), dass sich von den Schnitten keine zuverlässigen Messungsergebnisse erwarten liessen, weswegen diese nicht gemessen wurden.

69. Das aus den übrigen Teilen Finnlands herrührende Material aus den Jahren 1919—1920 (9) war von Anfang an so beschränkt, dass die Zahl der zu messenden Schnitte im allgemeinen nicht begrenzt zu werden brauchte. Doch musste leider ein Teil des Materiales aus Evo vom Jahre 1920 wegen Inanspruchnahme der Versuchsanstalt durch andere Arbeiten ganz unberücksichtigt bleiben.

Sonst wurde aus dem Materiale willkürlich keine einzige Scheibe entfernt. Wenn eine Scheibe nicht gemessen wurde, geschah das wegen deutlicher Unregelmässigkeit, besonders auffälliger Beschädigung, Ringverschmelzung oder sonstiger Momente, die wahrscheinlich zu unsicheren Messungsergebnissen geführt hätten.

70. Wenn das Material mehr als eine Scheibe von jedem Probestamm aufwies, wurden die eigentlichen Messungen im allgemeinen nur auf den in Brusthöhe gesägten

Scheiben vorgenommen. Die am Wurzelanlauf gesägten Scheiben wurden in erster Linie zur Altersbestimmung des Stammes benutzt, gleichzeitig aber auch bei Untersuchung und Messung der Brusthöhenscheiben mit verwandt.

Bei einem Teil der Stämme aus der Gegend von Kajaani wurden für die Stammanalysen alle Scheiben gemessen (8), und zwar in gleicher Weise wie das übrige Material.

Bearbeitung der Scheiben vor der Messung.

71. Da die Flächenteile der aus dem Gerichtsbezirk Kajaani stammenden Scheiben teilweise verdorben waren, mussten die Schnitte vor der endgültigen Untersuchung und Messung gereinigt werden. Zu diesem Zweck wurden die zu untersuchenden Flächen in einer mechanischen Schreinerei auf einer Schleifmaschine mit rauhem Schmirgelpapier geschliffen.

Diese Bearbeitung der Scheiben erleichterte und sicherte in grösstem Masse die Messungen. Die vollständige Abschleifung der Scheiben ermöglichte es nämlich die Schnittfläche bis ins einzelnste zu untersuchen, an der Messungsstelle undeutliche Jahresringe durch den Schnitt zuverfolgen und zu identifizieren, charakteristische oder m.a.W. leicht auszusondernde Jahresringe und Ringgruppen als Stütze zu verwenden, auch die geringsten Fehler, Unregelmässigkeiten und Eigentümlichkeiten in jedem Ring und jeder Ringgruppe gesondert sowie im Schnitt in seiner Gesamtheit zu beachten u.s.w. (vgl. Bild VI und VII). Ausserdem liessen sich die Messungen mit grösstmöglicher Genauigkeit ausführen.

72. Ausser dem Material aus Kajaani wurden auch die aus Sodankylä und Kuusamo stammenden Scheibengruppen geschliffen.

Die Scheiben des übrigen Materiales wurden dagegen nicht maschinell behandelt. Einerseits wäre das unverhältnismässig teuer geworden, weil die hierhin gehörigen Scheiben im allgemeinen sehr gross und oft ungleichmässig gesägt waren, andererseits war Abschleifung aus dem Grunde unnötig, weil bei diesen Schnitten die Jahresringe im allgemeinen deutlich und verhältnismässig breit waren, und weil die Scheiben bei der Messung sich überall in gutem Zustand befanden. Deshalb habe ich mich damit begnügt die Schnitte des in Frage stehenden Materiales nötigenfalls mit der Hand, unter Verwendung eines scharfen Messers, zu glätten.

73. Bei der endgültigen Untersuchung der Scheiben vor der Messung ist jede Schnittfläche in ihrer Gesamtheit berücksichtigt worden. In schwierigen Fällen ist ausserdem — wo mehr als eine Scheibe für einen Baum zur Verfügung stand — ausser der Brusthöhenscheibe immer auch der Basalschnitt untersucht, wobei wiederum leicht zu erkennende Jahresringe und Ringgruppen beachtet wurden. Nötigenfalls ist das gleiche Verfahren neben einander für mehrere derselben Probefläche entstammende Bäume verwandt worden, ja sogar in einigen besonders unsicheren Fällen die ganze Scheibengruppe der Probefläche untersucht worden.

Bei Untersuchung von Stellen, die sehr schmale Jahresringe aufwiesen oder sonst undeutlich waren, wurden hinreichend starke Vergrösserungsgläser, ja sogar Mikroskope verwandt.

Bei der präliminären Untersuchung der Scheiben vor der eigentlichen Messung wurde die Anzahl der Jahresringe auf den (in Brusthöhe und basal gesägten) Scheiben festgestellt und notiert.

74. Die Messung der Scheiben wurde jedesmal längs zweier Radien vorgenommen. — Vor der Messung wurde im Zusammenhang mit der eingehenden Untersuchung der Schnittflächen längs der zu messenden Radien eine Nadel in jeden zehnten Jahresring, von der Peripherie aus gerechnet, gesteckt.

Bei der Wahl der zu messenden Radien habe ich für die verschiedenen Teile des Materiales etwas abweichende Grundsätze befolgt. Das aus Kajaani stammende Material wurde aus dem oben (**68**) angegebenen Grunde durchgehends längs des Durchmessers in der Richtung N—S gemessen. Das Material aus Sodankylä wurde ebenfalls in der Richtung N—S gemessen, ausser wo Unregelmässigkeit des Schnitts in der angegebenen Richtung die Wahl einer andern nötig machte. Bei dem übrigen Material wurde auf die Himmelsrichtung kein Wert gelegt und die Radien dadurch bestimmt, dass ein den regelmässigen Verlauf des Wachstums deutlich zeigender Durchmesser gewählt wurde. Da die aus Lokalahti stammenden Scheiben sehr unregelmässig waren, musste ich in einigen Fällen von der sonst befolgten Regel, die Radien aus einem Durchmesser zu nehmen, abweichen.

Die eigentliche Messung.

75. Die Messung wurde kumulativ vom Zentrum zur Peripherie, für jeden Halbmesser besonders, vorgenommen. Die Länge des Halbmessers am äusseren Rand jedes Jahresringes wurde mit 0.1 mm Genauigkeit unter Verwendung eines dünnen und schmalen hölzernen Zentimetermasses, das mit 0.5 mm-Einteilung versehen war, und im allgemeinen einer 16-fachen Vergrösserung (LEITZ Vergrösserungsgläser) bestimmt.

Bei Ausführung der Messungen notierte eine zweite Person nach Diktat die Messungsergebnisse. Die Zahlen wurden auf Tabellen in Doppelfolioformat notiert, auf denen Platz gelassen war für die laufenden Nummern der Ringe, die Messungsserien beider Halbmesser und ihre präliminäre rechnerische Behandlung. In den Tabellen waren die Masszahlen jedes Ringes und ausserdem der 5-jährigen Ringgruppen durch passende Liniierung aus einander gehalten worden.

Die Messungsarbeit wurde bedeutend erleichtert und gesichert einerseits durch die Liniierung der Tabellen, andererseits durch die in den Ringen angebrachten Nadeln. Korrektionen brauchten im Zusammenhang mit der eigentlichen Messung nur für das aus Kajaani stammende Material vorgenommen zu werden (**82**).

76. Die Messungen habe ich nicht in allen Fällen vom Zentrum zur Peripherie des Schnittes Ring für Ring bewerkstelligt, sondern ein Teil des Radius wurde nötigenfalls nicht im einzelnen gemessen. Lücken in den Beobachtungsserien wurden durch sehr schmale Ringe, Ringverschmelzungen oder sonstige besonders auffallende Unregelmässigkeiten an einer bestimmten Stelle des zu messenden Radius hervorgerufen.

Die Resultate bei der Messung ganz unregelmässiger Stellen wurden als unsicher in Klammern gesetzt. Die in Klammern stehenden Teile der Messungsserien umfassen im allgemeinen rund zehn Ringe, ausser wo die unsichere Zone bis zum Zentrum des Schnittes ging.

Auf dem Messpapier wurden zur Erklärung der Lücken und Klammern Bemerkungen gemacht, die die Art des Ringbaues des Schnittes erläuterten, sowie einige Angaben über Anzeichen von Schäden auf den Scheiben.

77. Das aus Kajaani stammende Material wurde im März-Mai 1919 gemessen, das Material aus den übrigen Teilen des Landes in der Zeit zwischen November 1919 und

November 1920. Die verschiedenen Gruppen des Materiales wurden im grossen und ganzen in derselben Reihenfolge gemessen, wie sie gesammelt waren.

Die Messungen sind von Anfang bis zu Ende von der damaligen Mikroskopistin der Forstwissenschaftlichen Versuchsanstalt, Frl. mag. phil. HILJA LAAKSONEN ausgeführt worden, während Verf. den Plan der Arbeit entwarf und die Ausführung überwachte sowie auch den grössten Teil der Bessungsresultate notierte.

Prüfung der Messungsergebnisse.

78. Die eingehende Prüfung der Scheiben bei der Vorbereitung und Ausführung der Messungen erübrigte im allgemeinen die Vornahme eigentlicher Korrektionen in den Beobachtungsserien. Korrektionen der primären Messungsergebnisse brauchten hinterher nur in einigen Serien des Materiales aus Kajaani vorgenommen zu werden.

Die Messung des aus Kajaani stammenden Materiales wurde wie erwähnt im Frühjahr 1919 ausgeführt. Bei der Vorbereitung der Messungen begnügte ich mich damals für die Analyse der Jahresringe der Brusthöhenscheibe damit die entsprechende Basalscheibe zur Ergänzung heranzuziehen. Nach Fertigstellung der Messungen am Anfang des Sommers nahm Frl. LAAKSONEN unter Verwendung aller Scheiben von jeder Probefläche eine neue Prüfung des Materiales vor.

Die fragliche Untersuchung bezweckte in der Hauptsache die im Materiale sehr reichlich auftretenden Ringverschmelzungen festzustellen. Gleichzeitig wurden die Aufzeichnungen über Schädenanzeichen in den Schnitten ergänzt und einige allgemeine Bemerkungen über die Regelmässigkeit des Schnittes gemacht.

Die Ringverschmelzungen in dem Materiale aus Kajaani waren in einigen Fällen teilweise, in anderen vollständig. Die in den Brusthöhenscheiben fehlenden Ringe liessen sich im allgemeinen auf der entsprechenden Basalscheibe feststellen, doch war bisweilen wenigstens ein Teil der Ringsverschmelzungen beiden Schnitten gemeinsam. In solchen Fällen wurde das Fehlen der Ringe mit Hilfe charakteristischer Jahresringe durch Vergleichung der in Frage stehenden Scheibe mit den anderen Scheiben der Probefläche festgestellt.

79. Nachdem das in den übrigen Teilen des Landes in der zweiten Hälfte des Jahres 1919 gesammelte Material untersucht war, wurden im folgenden Jahre die Messungsergebnisse geprüft.

Zu diesem Zweck wurden für jeden Baum gesondert die Summenserien (R + r) der aus den primären kumulativen Messungsserien abgeleiteten Differenzserien (R, r) graphisch dargestellt.

Mit Hilfe dieser graphischen Darstellungen wurden die Messungsergebnisse Probefläche für Probefläche nachgeprüft. In zweifelhaften Fällen wurden die Scheiben noch einmal untersucht. Zu Korrektionen der Messungsergebnisse gab diese Prüfung jedoch keine Veranlassung.

80. Die Behandlung des Scheibenmateriales nach der eigentlichen Messung führte zu einer neuen Prüfung, deren Hauptzweck war durch nähere Untersuchung des Ringbaues der Scheiben an den Messungsradien die Zuverlässigkeit der erzielten Resultate sicher zu stellen.

Dabei wurde besonders darauf geachtet, ob der verwandte Messungsradius im jedem Falle die Jahresringe senkrecht schnitt oder nicht. Diese Nachprüfung wurde durch

die Spuren der Nadeln, die bei der Messung verwandt waren (**74**), merklich erleichtert. Auf Grund der Beobachtungen während dieser Nachprüfung wurden nötigenfalls die früher auf dem Masspapier aufgezeichneten Bemerkungen ergänzt.

Diese Nachprüfung fand Ende 1920 statt und zwar durch Frl. LAAKSONEN unter Leitung und mit Unterstützung des Verfassers. Sie umfasste das Material aus Kajaani mit gewissen Einschränkungen (**81**) und das die übrigen Teile des Landes vertretende Material in seiner Gesamtheit.

81. Die im Herbst 1920 vorgenommene Prüfung der Messungsergebnisse betraf nicht alle Scheibengruppen des Materiales aus Kajaani. Gründlich wurden nur die Scheiben von Probefl. III und oberflächlich die von Probefl. IV geprüft, wogegen die von Probefl. I und II nicht nachgeprüft werden konnten. Diese damals abgebrochene Arbeit führte Verf. im Sommer 1924 zu Ende, indem er Gruppe I und II prüfte und für Gruppe IV die Prüfung ergänzte.

Übersicht über das Beobachtungsmaterial.

82. Auf Grund der Protokolle, die bei Messung des Scheibenmateriales und bei Prüfung der Messungsergebnisse aufgenommen wurden, wird in diesem Kapitel eine kurze Übersicht über das gemessene Material gegeben.

Diese Übersicht bezweckt für jede Probefläche einerseits den Umfang des Untersuchungsmateriales, andererseits die Zuverlässigkeit und Brauchbarkeit des Materiales festzustellen.

Bei der Besprechung der gemessenen Bäume werden auch die ausgeschiedenen Stämme beiläufig mit behandelt und ausser der Anzahl der gemessenen Serienpaare auch die Anfangs- und Endjahre der Serien angeführt.

Die Zuverlässigkeit und Brauchbarkeit des Materiales wurde durch Beachtung der sekundären Stellen der Beobachtungsserien (**76**) in negativem Sinne festgestellt. So sind die nicht gemessenen Zonen der Serien (und besonders die fehlenden Ringe), die in Klammern gesetzten Stellen der Serien und die Jahre, wo die Bäume von Schäden betroffen sind, und ausserdem (für das B-Material) die in den Beobachtungsserien bei der Messung und Prüfung vorgenommenen Korrektionen angegeben.

83—140. —

Analyse der Beobachtungsserien.

141. Die Untersuchung von Zeitserien, die periodische Schwankungen aufweisen, ist im allgemeinen eine sehr komplizierte, viel Zeit und Arbeit erfordernde Aufgabe, die in der vorliegenden Untersuchung — abgesehen von der besonderen Beschaffenheit des Materiales — noch durch die Länge und Reichhaltigkeit der zu behandelnden Beobachtungsserien erschwert wurde.

Bei der Analyse der untersuchten Wachstumsserien habe ich verschiedene, meist sehr umständliche rechnerische und graphische Verfahren verwandt. In diesem Teil der Untersuchung beschränke ich mich jedoch darauf ein verhältnismässig einfaches Verfahren zu befolgen, zu dem ich nach langen Versuchen gekommen bin.

Die Behandlung des Materials bezieht sich auf die Untersuchung der Ringbreite auf einander folgender Jahre oder m.a.W. auf die Analysierung der aus den primären kumulativen Messungsserien abgeleiteten Differenzserien (R, r) (79).

142. Um einen Überblick über den Verlauf der in Frage stehenden Serien zu erhalten ist das gesamte Material graphisch dargestellt. Jeder Schnitt hat dabei eine eigene Tafel erhalten, auf der beide Serien — unter Verwendung zweier Koordinatensysteme — unter einander gezeichnet sind. In die Abszisse sind die auf einander folgenden Jahre mit einem Abstand von 2 mm, in die Ordinate die Ringbreiten der verschiedenen Jahre im Massstab 20:1 gezeichnet. Bei jedem vollen Zehner ist eine Ordinate gezeichnet und darüber die entsprechende Jahreszahl gesetzt. Wo Lücken in den Beobachtungsserien vorliegen, ist die mittlere Breite der Ringe in der fraglichen Zeit durch eine gebrochene Linie wiedergegeben. Die in Klammern gesetzten Teile der Serien sind durch unter die Abszisse gezogene Linien angedeutet. Jede graphische Darstellung enthält natürlich einen Vermerk der dargestellten Serie.

Diese graphischen Darstellungen haben sich als durchaus zweckentsprechend und die in ihnen verwandten Massstäbe als sehr praktisch erwiesen. Die Höhe der Tafeln betrug meist 14 cm (Minimalhöhe), in einigen Fällen bis zu 30 cm. Die Länge der Tafeln schwankte zwischen 16—84 cm und stieg nur in Ausnahmefällen über 56 cm. Tafeln, die in bezug auf ihre Länge die erwähnte Grenze überschritten, wurden zusammengefaltet. So liess sich das gesamte in Frage stehende primäre Tafelmaterial bequem in einem Futteral von der Grösse $3 \times 31 \times 57$ cm aufbewahren.

143. Durch die systematische Untersuchung und Vergleichung der Primärtafeln wurde Verf. bis ins einzelnste mit dem zu behandelnden Material bekannt. Von den dabei gemachten Beobachtungen sollen in diesem Zusammenhang jedoch nur solche Momente besprochen werden, die geeignet sind das Untersuchungsverfahren zu erläutern.

Bei Vergleichung der graphischen Darstellungen der Primärserien für jede Probefläche — wobei anfänglich den periodischen Schwankungen durchaus keine Aufmerksamkeit geschenkt wurde — konnte ich feststellen, dass die Wachstumslinien in grossen Zügen meistens gut mit einander übereinstimmten. In den meisten Fällen verbindet die charakteristische Entwicklung der Beobachtungsserien in bestimmten Zeitabschnitten deutlich die die gleiche Probefläche vertretenden Serien mit einander. Das Gesagte betrifft natürlich nur die relative Entwicklung der Serien.

Zu bemerken ist jedoch, dass die Beobachtungsserien der gleichen Gruppen andererseits oft auch deutlich einen abweichenden (relativen) Entwicklungsverlauf aufweisen. Beträchtliche Abweichungen kann man oft schon feststellen, wenn man die beiden Wachstumsserien desselben Schnittes mit einander vergleicht.

144. Schon auf Grund der graphischen Darstellungen der Primärserien lässt sich folgern, dass das Wachstum der untersuchten Stämme verschieden langen periodischen Schwankungen folgt. So sind die früher an anderem Material festgestellten ungefähr 10-jährigen Schwankungen (3) auch jetzt deutlich nachzuweisen. Daneben lassen sich in den Beobachtungsserien 2, 3—4 und 6—8 mal längere gleichartige Schwankungen konstatieren. Ausserdem scheinen die Veränderungen des Wachstums von Jahr zu Jahr ganz kurzen, 2—3-jährigen Schwingungen zu folgen. Doch liegt es nicht in meiner Absicht diese letzteren in der vorliegenden Untersuchung nachzuweisen.

Die in Frage stehenden verschieden langen Schwankungen sind nicht deutlich periodisch im mathematischen Sinne des Wortes, sie wiederholen sicht nicht genau in

der gleichen Länge und sind auch nicht gleich stark. Die Länge der Periode scheint jedesmal stark zu schwanken, und die Amplitude der Periode (**150**) ist natürlich — im grossen und ganzen betrachtet — abhängig vom allgemeinen Verlauf des Wachstums auf den verschiedenen Altersstufen des Baumes (**1**).

Auch lässt sich feststellen, dass die Stärkeverhältnisse der ungleich langen Schwankungsperioden in den einzelnen Fällen sehr verschiedenartig sind. Bald sind bestimmte Schwankungen deutlich vorherrschend, bald wiederum andere, und stellenweise lassen sich überhaupt keine Schwankungen nachweisen. Verschiedenheiten kann man beobachten, wenn man die einzelnen Materialgruppen neben einander stellt und wenn man die Beobachtungsserien desselben Materiales unter einander vergleicht. Oft sind diese Verhältnisse auch in den einzelnen Teilen der gleichen Serie verschiedenartig.

145. Aus dem Gesagten folgt, dass man das zu behandelnde Material nicht so untersuchen darf, dass man die (vielleicht sehr ungleichen) Beobachtungsserien blind zu mittleren Werten vereinigt. Ein solches Verfahren würde durchaus in den Serien die Züge verwischen, die aufzuzeigen sind. Wenn man die Periodizität der Beobachtungsserien nachweisen will, muss man unbedingt das umgekehrte Verfahren einschlagen, m.a.W. die Untersuchung muss auf der Analyse charakteristischer Einzelfälle aufbauen.

Unter Beachtung dieser Gesichtspunkte ist die folgende Untersuchung so angelegt, dass die deutlichsten Teile der charakteristischen Beobachtungsserien eingehend analysiert werden.

Bei der Auswahl geeigneter Serien für die eingehende Analyse ist jedesmal das die Probefläche vertretende Material in seiner Gesamtheit berücksichtigt worden. Die äusseren Charakteristika der fraglichen Probestämme, wie z.B. die Grösse des Stammes, seine Stellung im Bestand oder die Stärke des Radialwachstums sind dabei ganz unberücksichtigt geblieben. Die Auswahl der zu analysierenden Serien ist mit Hilfe der die Wachstumsserien wiedergebenden graphischen Darstellungen unter Beachtung der Deutlichkeit der jeweilig zu beobachtenden mehrjährigen Schwankungen vorgenommen.

146. Bei der Bestimmung der eingehend zu analysierenden Teile der Serien sind die als sekundär bezeichneten Stellen nur in solchen Fällen unberücksichtigt geblieben, wo die Momente, welche die Verwendung von Klammern notwendig machten, — z.B. auffallende Exzentrizität der Ringe u.s.w. — offenbar störend auf die Schwankungen eingewirkt haben.

Die sekundären Stellen der Serien liessen sich durch Vergleich der graphischen Darstellungen mit einander im Zusammenhang der Analyse leicht beachten, weil solche Stellen, wie schon früher (**142**) erwähnt wurde, in den graphischen Darstellungen angegeben waren.

Der Deutlichkeit wegen sei noch bemerkt, dass die in Klammern gesetzten Beobachtungen keineswegs *a priori* als wertlos zu betrachten sind. Die Klammern geben nur an, dass die in Frage stehenden Beobachtungen vorsichtig zu bewerten sind. Der Wert dieser (Serien und) Teile von Serien ist natürlich verschieden je nach der Art der Fragen, auf die man mit Hilfe des Materiales eine Antwort geben will. Die Verwendbarkeit der Beobachtungen ist demnach *in casu* zu entscheiden unter Benutzung der anderen Serien der Probefläche als Vergleichsmaterial.

147. Die für die Analyse ausgewählten Teile der Serien sind — mit Beachtung der jeweilig in Frage stehenden Schwankungsperiode — mit der Hand auf einem durchsichtigen Papierstreifen, der auf der Primärtafel (**142**) befestigt wurde, ausgeglichen. Auf denselben Papierstreifen wurde dann der entsprechende Teil der unausgeglichenen Serie sowie die anderen notwendigen Teile aus der graphischen Primärdarstellung nachgezeichnet.

Die Analysierung der ausgeglichenen Stelle wurde, bevor der Hilfspapierstreifen von der Unterlage losgelöst war, unter Benutzung der Millimetereinteilung der Primärtafel ausgeführt. Dabei wurden der Reihe nach die Zeitpunkte und Grössen der aufeinander folgenden Grenzwerte der ausgeglichenen Kurve notiert. Auf Grund dieser Zahlen sind dann später, wie die Probe auf S. 89 zeigt, die eigentlichen Analysen ausgeführt.

Die Resultate der Analyse sind aus praktischen Gründen als Zusammenstellungen ohne Rubriken und Liniierung gegeben. Das Schema bedarf daher ein paar erklärender Worte.

Die Abkürzungen der ersten Kolumne der Zusammenstellung bedeuten natürlich die ungleichnamigen Grenzwerte, max. (maks.) die Maxima und min. die Minima. Die Dezimalzahlen in der zweiten Kolumne geben die (aus der ausgeglichenen Kurve abgelesenen) Grössen der Grenzwerte in mm an, die Dezimahlzahlen der dritten Kolumne die absoluten Grössen der Differenzen der ungleichnamigen Grenzwerte ebenfalls in mm. Die Jahreszahlen in der vierten Spalte bezeichnen die Zeitpunkte der Grenzwerte, die Zahlen in der fünften die Abstände der auf einander folgenden ungleichnamigen Grenzwertstellen, die der sechsten und siebten Spalte die zwischen den aufeinander folgenden Maxima bzw. Minima verflossene Zeit in Jahren.

Die Bedeutung der runden und eckigen Klammern wird weiter unten in anderem Zusammenhang erklärt (**163**).

Die Mittelwerte in der letzten wagerechten Reihe bedürfen keiner besonderen Erklärung.

148. In den folgenden die Untersuchungsresultate erläuternden Kapiteln werden die vieljährigen Schwankungen im Dickenwachstum der Kiefer mit Hilfe der oben besprochenen Analysen untersucht.

Aufmerksamkeit wird dabei in erster Linie der Länge der einzelnen Schwankungsperioden gewidmet, gleichzeitig aber auch den Zeitpunkten der Grenzwerte dieser Perioden sowie der Stärke der Schwankungen.

Untersuchungsergebnisse.

Einleitung.

149. Das zur Nachweisung der vieljährigen Schwankungen des Wachstums ausgewählte Material (**147**) umfasst insgesamt 108 Analysen. Von diesen vertreten 57 Moore und 51 Heiden.

Als Ausgangspunkt bei der Behandlung des Materials wählt man am zweckmässigsten die Länge der Schwankungen. Die aus die Analysen errechneten mittleren Längen der Schwankungen bewegen sich in den Grenzen 7—81 J. Trotz dieser weiten

Schwankung lässt sich das Material auf Grund der mittleren Länge der Periode zweckdienlich in vier Gruppen einteilen. Das geht aus Tab. I hervor, wo der Wert für jede Analyse durch Berechnung des mittleren Wertes für die aus den Maxima und Minima abgeleiteten Längen der Periode berechnet ist.

Die erwähnten vier Gruppen unterscheiden sich deutlich von einander. In den verschiedenen Gruppen schwankt die Länge der Periode, wenn man die beiden Standorte zusammenfasst, in den Grenzen 6.90—13.10, 16.75—24.50, 31.00—40.25 und 67.00—80.75 J. Die Schwankungsmittel umfassen also entsprechend rund 6, 8, 9 und 14 J. Die mittlere Länge der Periode in den verschiedenen Gruppen beträgt der Reihenfolge nach 10.00, 20.64, 36.04 und 73.34 J.

Im folgenden wird das Material nach dieser Gruppeneinteilung analysiert. Aus Gründen, die weiter unten angegeben sind, wird dabei jedoch — unter Abweichung von den für die verschiedenen Gruppen erhaltenen mittleren Längen — von (7- *und*) 11-, 21-, 35-, *und* 70-*jährigen Wachstumsschwankungen* gesprochen.

Die Anzahl der Analysen für die verschieden langen Schwankungen und die einzelnen Standorte ist in der vorletzten Spalte der Tabelle angegeben.

Auf den Tafeln im Anhang dieser Untersuchung ist eine Auswahl von graphischen Darstellungen der Analysen, geordnet nach der Länge der Schwankungszeit und dem Standort des Probestammes, dargeboten.

150. Im folgenden werden die verschieden langen Schwankungen in einzelnen Kapiteln behandelt und zum Schluss eine kurze Übersicht über die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchung gegeben.

In den die verschieden langen Schwankungen gesondert behandelnden Kapiteln ist der Kern der Analyse im grossen und ganzen derselbe. Die Darstellung folgt dabei immer den die einzelnen Momente untersuchenden Tabellen, die ihrer Anlage nach sich in den einzelnen Kapiteln entsprechen. Zur Vermeidung von Wiederholungen bei der eigentlichen Behandlung seien daher schon hier einige allgemeine, auf die einzelnen Tabellen sich beziehende Bemerkungen vorangeschickt.

Beiläufig sei zunächst erwähnt, dass die Angaben betr. die Moor- und Heideböden im allgemeinen gesondert gegeben sind und zwar teilweise um die Behandlung des umfangreichen Materiales zu erleichtern, teilweise auf Grund einer besonderen Arbeitshypothese — denn es ist ja *a priori* wahrscheinlich, dass die Schwankungen des Wachstums auf den fraglichen, in bezug auf Feuchtigkeitsverhältnisse sehr verschiedenartigen Standorten sich als ungleichartig erweisen.

151. Zu Anfang jedes Kapitels werden die Analysen der in Frage stehenden Schwankungen ihrer Ordnungsnummer nach in zwei Tabellen gegeben, von denen die eine die Moor- die andere die Heideböden vertritt.

In diesen Tabellen wird zunächst die Ordnungsnummer und die Bezeichnung der Serie, dann der Zeitabschnitt, welchen die Analyse umfasst, und die aus den Maxima und Minima gesondert berechnete mittlere Länge der Periode, darauf das Schwankungsintervall und das Mittel der Länge der halben Periode sowie schliesslich das Schwankungsintervall und das Mittel der Amplitude der Periode angegeben.

Der Ausdruck *halbe Periode* bezeichnet hier den Abstand zwischen zwei auf einander folgenden ungleichnamigen Extremwerten, *Amplitude* den absoluten Wert der Differenz zweier solcher Extremwerte.

152. In den darauf folgenden Tabellen sind die in den Analysen auftretenden Masszahlen der Länge der Periode und halben Periode zusammengestellt. Fälle,

die an Stellen in Klammern grenzen (147), sind dabei als unsicher unberücksichtigt geblieben.

In den Tabellen über die 21-, 35- und 70-jährigen Schwankungen ist jede halbe Periode — m.a. W. der Abstand vom Maximum zum Minimum und umgekehrt — auch gesondert untersucht.

Die Frequenzserien sind jedesmal gesondert für die Moorböden und Heiden sowie für das gesamte Material gegeben. Um Platz zu sparen sind sie teilweise in etwas zusammengedrängter Form veröffentlicht, doch sind die mittleren Werte auch in diesen Fällen mit Hilfe der unverkürzten Frequenzserien berechnet.

153. Es folgt dann eine Tabelle, welche die Amplitude der Schwankungen zeigt, in der ebenfalls die Angaben über die Moor- und Heideböden getrennt sowie für beide Standorte zusammen gegeben werden. Auch in dieser Tabelle sind die Fälle, die an Stellen in Klammern grenzen, unberücksichtigt geblieben. Die mittleren Werte sind mit Hilfe der unverkürzten Frequenzserien abgeleitet.

154. Die beiden (oder drei) folgenden Tabellen enthalten die Resultate der *Gruppierung der Extremjahre*. Der letztere Ausdruck bezeichnet hier das bei der eingehenden Untersuchung der Schwankungen verwandte teilweise graphische Verfahren. Dieses betraf zunächst die Untersuchung der Homogenität des Materiales, den Nachweis der Regelmässigkeit der Schwankungen sowie die Bestimmung der mittleren Extremjahre und der mittleren Länge der Schwankungszeiten. Die Gruppierung ist für beide Standorte zusammen unter Berücksichtigung der Extremjahre des ganzen Materiales vorgenommen worden.

Bei der Gruppierung sind zunächst die von der Beobachtungszeit umfassten Jahreszahlen auf kariertem Papier der Reihenfolge nach hinter einander und unter einander so angegeben, dass auf jede wagerechte Reihe als Grundlage der Gruppierung eine ausgewählte Anzahl Jahre kam. Als *Grundlage der Gruppierung* sind Zahlen verwandt, die jedesmal ungefähr der mittleren Länge der Schwankungsperioden oder ihrem bestimmten Multiplum entsprechen. Darauf sind in den Lücken zwischen den wagerechten Reihen unter den Jahreszahlen neben einander die entsprechenden Beobachtungen angegeben. Dabei sind die Angaben für die einzelnen Probeflächen durch Verwendung verschiedener Farben und Zeichen von einander unterschieden; die Maxima sind durch kleine rote, die Minima durch ein kleines blaues Zusatzzeichen gekennzeichnet worden. Schliesslich sind die jede Probefläche vertretenden, ungefähr im Abstand der Jahresanzahl (oder ihres Multiplums), die der Gruppierung zu Grunde liegt, von einander liegenden gleichnamigen Extremwerte verbunden, die Maxima mit roten, die Minima mit blauen Linien.

Diese Linien bilden — unter der Voraussetzung, dass das Material in bezug auf die Länge und die Zeit des Eintretens der gleichnamigen Extremwerte ziemlich einheitlich ist — sich deutlich von einander unterscheidende, verschiedenfarbige, gleichlaufende Zonen. Diese *Zonen* ordnen sich in *senkrechter Stellung* an, wenn der der Gruppierung zu Grunde gelegte Zeitabschnitt wirklich nahe genug der mittleren Länge (oder ihrem Multiplum) der Schwankungszeit entspricht. Dagegen weichen die Zonen von der senkrechten Stellung von unten gerechnet nach links oder rechts ab, wenn der zu Grunde gelegte Zeitabschnitt entsprechend zu kurz oder zu lang ist.

Wenn mit Hilfe der angegebenen Zeichen der für die Gruppierung passendste Zeitabschnitt gefunden war, wurde die *Zoneneinteilung* dadurch bewerkstelligt, dass die Zonen geradlinig von einander getrennt wurden. Ihre Grenzen versuchte ich so zu zie-

hen, dass die Abweichungen zwischen der so entstehenden theoretischen und in Wirklichkeit beobachteten Anordnung sich möglichst klein gestalteten. Die anfänglich nach dem Augenmass gewählten Grenzlinien wurden dann nach Bedarf entsprechend den Ergebnissen der Berechnungen verschoben.

155. Die erste Tabelle, welche die Ergebnisse der Gruppierung enthält, bedarf keiner langen Erläuterungen. Sie zeigt die Zoneneinteilung und die Verteilung der Beobachtungen auf dieses theoretische System. Um Platz zu sparen sind die beobachteten Jahreszahlen nur durch zwei Ziffern wiedergegeben; die Exponenten dieser Ziffern bezeichnen die Anzahl der Fälle.

In der zweiten (oder den beiden folgenden) Tabelle(n) sind zunächst die theoretischen und beobachteten mittleren Extremjahre — entsprechend α und β — mit einander verglichen. Ausserdem sind die mittleren Längen der (vielfachen Periode,) Periode und halben Periode angegeben.

Die *Differenz* $\alpha - \beta$ zeigt also die auf Grund der Beobachtungen berechnete Abweichung des »wirklichen» Zentrums der Extremjahre von dem entsprechenden »theoretischen», mit Hilfe des ausgleichenden Systems abgeleiteten Zentrums.

In der Spalte, welche das Mittel (β) der beobachteten Zeitpunkte der Extremwerte angibt, sind die Jahreszahlen, die auf Grund nur eines Falles erhalten wurden, in Klammern gesetzt. Die Klammern in den Spalten, welche die Differenz $\alpha - \beta$ sowie die Länge der (vielfachen Periode,) Periode und halben Periode angeben, sind teils durch die eben erwähnten Fälle, teils durch Lücken veranlasst. Die mittlere Differenz $\alpha - \beta$ ist dadurch berechnet, dass die in Klammern gesetzten Werte unberücksichtigt blieben. Auch bei Bestimmung der mittleren Länge der (vielfachen Periode,) Periode und halben Periode sind die in Klammern gesetzten Werte fortgelassen. Die Mittel, die unter Berücksichtigung der letzgenannten Zahlen berechnet sind, werden meist im Text angegeben.

156. In den beiden folgenden Tabellen sind gesondert für die Moor- und Heideböden die einander entsprechenden Extremjahre der Schwankungen auf den verschiedenen Probeflächen dargestellt. In diese Tabellen sind keine bei den Analysen in Klammern gesetzten Stellen aufgenommen. Um die Vergleichungen zu erleichtern sind die senkrechten Reihen in übereinstimmender Weise in beiden Tabellen numeriert worden. In den hier in Frage stehenden Tabellen ist die Verteilung der Extremjahre auf die verschiedenen Reihen im übrigen die gleiche wie in den Tabellen, welche die Ergebnisse der Gruppierung angeben, ausser dass die Maxima einiger abweichender (im Zusammenhang mit der eigentlichen Behandlung der Resultate zu erwähnender, in bezug auf die Extreme umgekehrter) Beobachtungsserien in den zuerst erwähnten Tabellen eine Reihe tiefer gestellt sind als in den letzt erwähnten.

157. Nach den Tabellen, welche die einander entsprechenden Extremjahre auf den verschiedenen Probeflächen zeigen, wird eine Zusammenstellung über die am meisten von der bei der Gruppierung befolgten Anordnung abweichenden Beobachtungen gegeben.

Die Probeflächen sind in dieser Zusammenstellung nach der in den Tabellen befolgten Reihenfolge angegeben. Die in Klammern gesetzten Zeichen nach den Jahreszahlen zeigen jedesmal die Richtung und Grösse der Abweichung.

158. In der letzten Tabelle sind die mittleren Extremjahre der Schwankungen und die Längen der Periode auf den Moor- und Heideböden mit einander verglichen. Die nur durch einen Fall gestützten Zeitpunkte sind in Klammern gesetzt, ebenso die auf gleichen Fällen basierenden Unterschiede zwischen den die verschiedenen Standorte vertreten-

den Zahlen (*a*—*b*) sowie die Längen der Periode. Bei Berechnung der Mittel sind die in Klammern gesetzten Zahlen unberücksichtigt geblieben. Die Ergebnisse, die unter Berücksichtigung der letzgenannten Werte erhalten sind, werden meist im Text angegeben.

Die 7- und 11-jährigen Wachstumsschwankungen.

159. Die Analysen der 11-jährigen Schwankungen des Radialwachstums sind in Tab. II und III gegeben (**151**). Die erstere Tabelle enthält die Beobachtungserien für die Moorböden, die letztere für die Heiden.

Die untersuchten Zeitabschnitte umfassen in den Analysen für die Moore 50—110 Jahre, in denen für die Heiden 50—140 Jahre. In jeder Gruppe erstrecken sich die Analysen, wenn man die Zeitabschnitte als Ganzes betrachtet über drei Jahrhunderte, vom Anfang des 17. bis zum Anfang des 20. Jahrhunderts.

Die mittlere Länge der Periode schwankt in den Analysen für die Moorböden von den Maxima aus gerechnet in den Grenzen 7.0—13.0 J., von den Minima aus gerechnet in den Grenzen 6.8—13.2 J., und beträgt bei Berücksichtigung aller Analysen im Mittel entsprechend 9.97 und 10.02 J. In den Analysen für die Heiden bewegt sich die mittlere Länge der untersuchten Periode von den Maxima abgeleitet in den Grenzen 8.1—12.5 J., von den Minima aus bestimmt innerhalb der Werte 7.7—12.0 J., und bei Berücksichtigung aller Analysen erhalten wir als Mittel entsprechend 10.02 und 10.00 J. Wenn wir die sowohl von den Maxima wie von den Minima abgeleiteten Mittel berücksichtigen, erhalten wir als gemeinsamen Wert der Länge der Periode für die Moore 10.00 J. und für die Heiden 10.01 J.

Die mittlere Länge der halben Periode beträgt in den Analysen für die Moore 3.5 6.6 J., in denen für die Heiden 4.1—6.1 J. Wenn wir den mittleren Wert für jede Gruppe in ihrer Gesamtheit berechnen, erhalten wir entsprechend 5.03 und 5.00 J., sodass also die aus der halben Periode abgeleitete Länge der Periode auf den Moorböden 10.06 J. und auf den Heiden 10.00 J. beträgt.

Das Schwankungsintervall der Amplitude der Periode ist in den meisten Beobachtungsserien auffallend gross. So beträgt z.B. sein Umfang bei $^2/_3$ der Analysen sowohl auf den Moorböden wie auf den Heiden wenigstens 0.5 mm und bei $^1/_5$ der Analysen steigt das Schwankungsintervall über den Wert 1.0 mm. — Die mittlere Grösse der Amplitude bewegt sich in den Beobachtungsserien für die Moore in den Werten 0.21—0.79 mm, in denen für die Heiden in den Werten 0.23—0.80 mm, und beträgt im Durchschnitt entsprechend 0.39 und 0.43 mm.

160. Der Zweck der Tabellen II und III und des sie erläuternden Textes ist einen gedrängten Gesamtüberblick über die Zusammensetzung und Art des zur Feststellung der 11-jährigen Wachstumsschwankungen analysierten Materiales zu geben.

Die für die Länge und Amplitude der untersuchten Periode abgeleiteten mittleren Werte sind in vielen Fällen irreführend. Darauf deuten schon offensichtlich die meist sehr grossen Schwankungsintervalle der den berechneten mittleren Werten zu Grunde liegenden Zahlengruppen hin, noch deutlicher wird dieser Umstand ersichtlich bei eingehender Nachprüfung der eigentlichen Analysen und vor allem der sich diesen anschliessenden graphischen Darstellungen. Dabei lassen sich für die in Frage stehenden ausgeglichenen Serien charakteristische Züge feststellen, die die direkte Berechnung der mittleren Werte aus diesen Serien als ungeeignet erscheinen lassen.

Zunächst möge der Länge der Periode Aufmerksamkeit geschenkt werden. Die Amplitude der Periode und die Zeitpunkte der Extremwerte kommen dann später zur Behandlung.

161. Die in den Analysen vorkommenden Längen der Periode und halben Periode sind in Tab. IV und V zusammengestellt.

Die Länge der Periode schwankt in den Grenzen 5—18 J. Die Verteilung der Zahlen auf die unterschiedenen Grössenklassen zeigt eigentlich kein deutliches Maximum, sondern die Werte 8, 9, 10 und 11 J. sind praktisch genommen jeder für sich gleich häufig vertreten. Auf diese vier Klassen entfallen, sowohl bei der Untersuchung der Moore wie der Heiden wie auch des gesamten Materiales, über die Hälfte der Fälle. Ihre Häufigkeit nimmt von den eben erwähnten Klassen nach beiden Seiten hin ab und erreicht in den beiden äussersten Klassen 5 J. und 16—18 J höchstens den Wert 1.5 %.

Das Schwankungsintervall der Länge der halben Periode beträgt in den Analysen der Moorböden 2—10 J., in denen der Heiden 1—11 J. In jeder Verteilungsserie fallen die meisten Fälle (27—29 %) auf die Klasse 4 J. Reichlich vertreten sind auch die Werte 3 J. (16—18 %), 5 J. (18—19 %), 6 J. (15—16 %) und 7 J. (11—12 %). Auf die äussersten Klassen 1 J. und 10—11 J. entfallen nur einige (höchstens 1 %) Fälle.

Wenn man Tab. IV und V mit einander vergleicht, stellt man fest, dass in dem untersuchten Material die Fälle die Regel sind, bei denen die Länge der Periode sich in den Grenzen 6—14 J. und die der halben Periode in den Grenzen 3—7 J. hält. Diese Grenzen schliessen nämlich in jeder Verteilungsserie wenigstens $^9/_{10}$ aller Fälle ein. Bei genauerer Untersuchung des Materiales soll demnach die Aufmerksamkeit in erster Linie den erwähnten häufigsten Fällen zugewandt werden.

162. Bei Musterung der graphischen Darstellungen der Analysen (vgl. Taf. I—IV) kann man zunächst zwei deutlich von einander sich abhebende Periodentypen feststellen, die offenbar verschiedenen Grössenklassen angehören. Für diese Typen wollen wir hier zunächst die Bezeichnungen *kleiner und grosser Periodentypus* gebrauchen. Um diese Begriffe zu verdeutlichen mögen aus dem Material ein paar passende Beispiele ausgewählt werden.

In der Serie B.I. 1. r (vgl. Taf. II, Analyse 1) vertreten von den Grenzwerten des 19. Jahrh. die Maxima in den Jahren 1821, 1828, 1848 und 1871 sowie die Minima in den Jahren 1824, 1832, 1844, 1852 und 1867 Extremwerte, die dem *kleinen* Periodentypus entsprechen, die Maxima in den Jahren 1808, 1839 und 1860 sowie die *Minima* in den Jahren 1802 und 1814 gleichnamige Extremwerte des *grossen* Periodentypus. — In der Serie A.V. 6.r (vgl. Taf. II, Analyse 35) gehören alle Extremwerte vom Minimum des Jahres 1721 bis zum Maximum des Jahres 1763 zu den Extremwerten des *kleinen* Periodentypus. — In der Serie L.I.3.r (vgl. Taf. II, Analyse 45) gehören wiederum die Extremwerte in dem Zeitabschnitt 1610—1670 alle den Extremwerten des *grossen* Periodentypus an.

Wie aus den angeführten Beispielen ersichtlich wird, ist also bei der Unterscheidung der zum kleinen und grossen Periodentypus gehörenden Extremwerte jedesmal einerseits die Länge der an den Extremwert sich anschliessenden halben Periode, andererseits der Verlauf der ausgleichenden Kurve an der Stelle des Extremwertes und in seiner Nähe als Kriterium verwandt.

Wenn wir jetzt unter Verwendung derselben Kriterien die extremsten Fälle der in den Tabellen dargestellten Frequenzserien untersuchen, so sehen wir, dass in dem Material neben den beiden eben besprochenen Periodentypen noch zwei andere sich

zeigen, nämlich einmal ein Typus, der grösser ist als der eben erwähnte *grosse* Typus, dann ein Periodentypus, der kleiner ist als der *kleine* Typus. Der erstere vertritt die weiter unten zu behandelnden 21-jährigen Wachstumsschwankungen (vgl. z.B. Taf. I, Analyse 10, die Extremwerte in den Jahren 1729, 1738 und 1747), der letztere die früher (**144**) beiläufig erwähnten einige Jahre umfassenden Wachstumsschwankungen (vgl. Taf. IV, Analyse 105, die Extremwerte in den Jahren 1880, 1883 und 1885).

163. Aus dem Gesagten erhellt, dass — wie schon früher erwähnt wurde — summarische Berechnungen des mittleren Wertes bei Behandlung des vorliegenden Materiales nicht am Platze sind. Um die zu untersuchenden, sehr verwickelten Verhältnisse beleuchten zu können müssen die unterschiedenen Periodentypen unbedingt aus einander gehalten werden.

Zu beachten ist jedoch, dass die Verteilung der Extremstellen auf die verschiedenen Periodentypen sich nicht immer sicher durchführen lässt. Unbestimmt sind in der Hauptsache die Anfangs- und Schlussteile der Analysen, aber bisweilen auch die Grenzgebiete der verschiedenen Periodentypen in derselben Analyse. Solche unsicheren Fälle sind vor der eigentlichen Behandlung des Materiales aus diesem zu entfernen.

Mit Beachtung der angeführten Momente ist das zur Nachweisung 11-jähriger Schwankungen des Wachstums verwandte Material näher untersucht. Mit Hilfe der zu den Analysen gehörenden graphischen Darstellungen habe ich für jedes Extremjahr festzustellen versucht, welcher Periodentypus in Frage steht. Dabei sind die zum *kleinen* Periodentypus zu zählenden Extremjahre in runde Klammern gesetzt, die zum *grossen* Periodentypus gehörenden ohne besondere Zusatzzeichen geblieben. Ausser den unsicheren Fällen sind die Extremjahre der 21-jährigen Schwankungen und solcher von einigen Jahren in eckige Klammern gesetzt und bei der folgenden Untersuchung unberücksichtigt geblieben.

164. Um den kleinen und grossen Periodentypus verglejchen zu können habe ich Tab. VI aufgestellt, die die Länge der halben Periode jedes Typus gesondert für Moore und Heiden sowie für das ganze Material zeigt. Dabei sind nur »reine» Fälle berücksichtigt, d.h. die Abstände der zum *gleichen* Periodentypus gehörenden hinter einander liegenden (ungleichnamigen) Extremwerte.

Die Zahlen, die in der Tabelle in runde Klammern gesetzt sind, betreffen Fälle, in denen die Länge der halben Periode nur eine scheinbare ist, weil dem Intervall deutlich einige Extremwerte von dem in Frage stehenden Periodentypus fehlen. Ein Beispiel dafür bietet Serie J.III.1.r aus den neunziger Jahren des vorigen Jahrh. (vgl. Taf. I, Analyse 68.). Derartige Fälle sind natürlich bei Berechnung der mittleren Länge der halben Periode nicht berücksichtigt worden.

Wie man bei Musterung der Tabelle bemerkt, liegt in den die Länge der halben Periode darstellenden Frequenzserien der Schwerpunkt für den kleinen Periodentypus zwischen den Werten 3 und 4 J., für den grossen Typus zwischen den Werten 5 und 6 J., im ersteren Falle eher näher der oberen als der unteren Grenze, im letzteren ungefähr in der Mitte der erwähnten Grenzwerte. Die aus der halben Periode abgeleitete mittlere Länge der Periode würde also in den durch den kleinen Periodentypus vertretenen Wachstumsschwankungen etwas über 7 J., in den durch den grossen Periodentypus vertretenen ungf. 11 J. betragen. Unter Berücksichtigung der berechneten mittleren Werte erhält man entsprechend die Werte 7.3—7.4 und 10.5—11.1 J.

Ungefähr zu demselben Resultat gelangt man auch, wenn man die Länge der Periode direkt ins Auge fasst. Das zeigt Tab. VII, die ihrer Anlage nach der eben behandelten

Tab. VI entspricht. Auch hier sind nur die »reinen» Fälle oder m.a.W. solche Perioden berücksichtigt worden, die von drei zum *gleichen* Periodentypus gehörenden (hinter einander liegenden) Extremwerten gebildet werden.

Die mittlere Länge der Periode beträgt also in den Schwankungen, welche der kleine und grosse Periodentypus vertritt, entsprechend 7.2—7.5 J. und 10.4—11.3 J. Die erwähnten unteren Grenzen der Periodenlänge beziehen sich auf die Moore, die oberen auf die Heiden.

Wenn wir das gesamte Material berücksichtigen, erhalten wir ebenfalls als Länge der Periode des kleinen und grossen Typus im Durchschnitt ungefähr entsprechend über 7 J. und ungf. 11 J.

Da es sich hier also offenbar um zwei verschieden lange Schwankungsperioden handelt, sollen diese von jetzt ab gesondert behandelt und im folgenden statt von dem kleinen und grossen Periodentypus der 11-jährigen Wachstumsschwankungen von 7-jährigen und 11-jährigen Schwankungen des Wachstums gesprochen werden.

Die 7-jährigen Wachstumsschwankungen.

165. Die Länge der halben und vollen Periode der 7-jährigen Wachstumsschwankungen ist schon früher nachgewiesen (vgl. in Tab. VI und VII die Reihen, die sich auf den kleinen Periodentypus beziehen). Im folgenden soll die Stärke dieser Schwankungen näher untersucht werden.

Die aus dem Material sich ergebenden Werte der Amplitude der 7-jährigen Schwankungen sind in Tab. VIII **(153)** klassifiziert.

Praktisch genommen erreicht die Grösse der Amplitude, unabhängig vom Standort, höchstens den Wert 1.0 mm. Auf den Mooren sind jedoch Amplituden, die den Wert 0.6 mm, auf den Heiden solche, die den Wert 0.8 mm überschreiten, selten. Von der Gesamtzahl der Fälle erreichen $^3/_4$ auf den ersterwähnten Standorten höchstens den Wert 0.4 mm, auf den letzterwähnten höchstens den Wert 0.5 mm. Auch ist die mittlere Grösse der Amplitude auf den Moorböden bedeutend niedriger als auf den Heiden, nämlich entsprechend 0.33 und 0.40 mm und erreicht auf den untersuchten Standorten zusammen 0.36 mm.

166. Zur eingehenden Untersuchung der 7-jährigen Wachstumsschwankungen ist eine Gruppierung der im Material beobachteten Extremjahre vorgenommen **(154)**.

Aus praktischen Gründen ist als Grundlage der Gruppierung zunächst die dreifache Länge der Periode gewählt. Die unter Zugrundelegung einer 21-jährigen Gruppierung geordneten Extremjahre weichen zonenweise deutlich nach links ab, sodass 21 Jahre in diesem Falle ein zu kurzer Zeitabschnitt für die Gruppierung sind. Dagegen lassen sich die Extremjahre bei Verwendung einer 22-jährigen Gruppierung zu ziemlich senkrechten Zonen anordnen, woraus wir folgern können, dass dieser Zeitraum die passende Anzahl Jahre enthält. Dies Ergebnis wird dadurch verständlich, dass wir als mittlere Länge der in Frage stehenden Schwankungen etwas über 7 J., genauer gesagt 7.37 J. erhalten haben (vgl. Tab. VII).

Das Ergebnis ist dann mit Hilfe einer auf der 6-fachen Länge der Periode aufbauenden Gruppierung nachgeprüft worden. Dabei ergab sich, dass eine 44—(= 2 × 22.0-)jährige Gruppierung zu einem besseren Ergebnis führt als eine 43—(= 2 × 21.5-)jährige. Demgemäss fusst die folgende Darstellung auf einer 22-jährigen Gruppierung des Materiales.

167. Die Ergebnisse der 22-jährigen Gruppierung der Extremjahre sind in Tab. IX und X dargestellt (**155**). Wie aus der ersteren hervorgeht, ist die Zoneneinteilung der Gruppierung mit dem Jahre 1613 als Ausgangspunkt nach folgendem Schema vorgenommen:

Ia	Ib	IIa	IIb	IIIa	IIIb
Max. (4),	Min. (4),	Max. (3),	Min. (4),	Max. (4),	Min. (3).

Die in Klammern gesetzten Zahlen geben jedesmal die Anzahl der zu der Zone gehörenden Jahre an. So umfasst also das erste Zonenpaar 8 J., das zweite und dritte je 7 J.

Beim Abtrennen der Zonen von einander war die Ziehung der Grenzlinie zwischen den Zonen IIa und IIb am schwierigsten, weil die erstere Zone von der Mitte des 18. bis zum Anfang des 19. Jahrhunderts sich auf das Gebiet der letzterwähnten Zone ausgedehnt hat. Abweichungen nach der einen oder anderen Seite von dem zu Grunde gelegten stark schematisierten System kommen natürlich auch an anderen Stellen als den erwähnten vor, doch lässt sich im grossen und ganzen die verwandte Zoneneinteilung als recht geglückt bezeichnen.

168. Die Einordnung der beobachteten Extremwerte in das zu Grunde gelegte System zeigen eingehend die eben erwähnten Tabellen.

Am wichtigsten ist die Feststellung, dass die Beobachtungsserien für alle Probeflächen sich *positiv* in das verwandte System einzuordnen scheinen. Als einzige Ausnahme lässt sich die eine der untersuchten Beobachtungsserien (4.r) der Probefl. A. I erwähnen, bei der die meisten Extremwerte jedesmal in Zonen mit verschiedenen Vorzeichen geraten sind, wodurch die auffallendsten in die 80 er und 90 er Jahre des vorigen Jahrhunderts fallenden Abweichungen veranlasst wurden. Da es sich jedoch dabei meist um Grenzfälle handelt, braucht man diesen Momenten keine entscheidende Bedeutung beizumessen, besonders da die zweite die Probefläche vertretende Serie (2.r) in bezug auf ihre Extremjahre ganz regelmässig ist.

Zusammenfassend lässt sich auf Grund von Tab. IX sagen, dass die Anzahl der Beobachtungen ausserhalb der theoretischen Grenzjahre im Verhältnis zur Gesamtzahl der Beobachtungen klein ist und dass die Abweichungen in bezug auf ihre Grösse im allgemeinen nicht besonders auffallend sind (**172**).

169. Wie aus Tab. X ersichtlich ist, weichen auch die berechneten *mittleren* Extremjahre nich sehr von den entsprechenden auf Grund der Gruppierung erhaltenen theoretischen Zeitpunkten ab. Die Gründe für grössere Abweichungen sind aus dem oben Gesagten (**167, 168**) ersichtlich.

Zu erwähnen ist, dass die in Frage stehenden Unterschiede zu Beginn des Beobachtungszeitraumes meist positiv, innerhalb desselben meist negativ und am Ende des Zeitraumes wieder meist positiv sind; die Wendepunkte fallen ungf. in die Mitte des 18. und 19. Jahrh.

Der Unterschied zwischen der Mitte des theoretischen Zeitraumes und dem entsprechenden Schwerpunkt der Beobachtungen ist in jeder Zone im Mittel sehr klein, höchstens 0.3 J. Dieser mittlere Unterschied ist ausserdem in einigen Zonen positiv, in anderen negativ, sodass also von einer in bestimmte Richtung gehenden Abweichung während des gesamten Beobachtungszeitraumes nicht die Rede sein kann.

170. Die mit Hilfe der Gruppierung abgeleitete dreifache Länge der untersuchten Periode kommt in jeder Zone dem theoretischen Wert 22 J. sehr nahe. Der Unterschied

zwischen dem theoretischen und beobachteten Mittel beträgt nämlich in den verschiedenen Zonen der Reihenfolge nach $+ 0.10$, $+ 0.22$, -0.07, $+ 0.21$, $+ 0.02$ und $- 0.19$ J. Wenn man die in Frage stehenden sechs Mittel als gleichwertig berücksichtigt, erhält man für die dreifache Länge der Periode den Wert 21.952 J. und für die einfache Länge den Wert 7.32 J., was dem früher auf anderem Wege (**164**) abgeleiteten Werte nahe entspricht.

Genau zu dem früher erhaltenen Resultat kommt man ,wenn man die in Klammern gesetzten Werte mit berücksichtigt. Die fraglichen Unterschiede betragen dann entsprechend ± 0.00, $- 0.18$, $- 0.20$, $+ 0.06$, -0.18 und -0.10 J., sodass wir als dreifache Länge der Periode 22.102 J. und als einfache Länge derselben 7.37 J. erhalten.

171. Die Länge der Periode kann man auch mit Hilfe der auf einander folgenden mittleren Extremjahre bestimmen, wie Tab. XI zeigt, wo ebenfalls die Länge der beiden halben Perioden untersucht ist (**155**).

Die Länge der Periode beträgt sowohl von den Maxima wie den Minima abgeleitet im Mittel 7.50 J. Den gleichen Wert erhält man, wenn man die mittleren Längen der beiden gesondert behandelten halben Perioden zusammenrechnet. Zu beachten ist jedoch, dass das erwähnte Mittel in Wirklichkeit nur zwei Drittel des untersuchten Beobachtungszeitraumes vertritt, nämlich die Zeit vom Anfang des 18. Jahrh. an, und zwar nur unvollständig. Als Länge der Periode für den gesamten Beobachtungszeitraum erhält man aus den Maxima 7.40 J. und aus den Minima 7.36 J. oder als Gesamtwert 7.38 J., ein Wert, der den früher (**164, 170**) erhaltenen Resultaten gut entspricht.

Aus dem, was oben über die Länge der Periode gesagt wurde, folgt, dass auch die in der Tabelle angegebenen, die mittlere Länge jeder halben Periode zeigenden Werte 3.78 J. und 3.72 J. sich nicht auf den ganzen Beobachtungszeitraum beziehen. Was sonst den geringen Unterschied von $+ 0.06$ J. zwischen diesen beiden Werten betrifft, so lässt sich dieser nicht als signifikativ ansehen, zumal da der Unterschied der Längen zwischen den angrenzenden vom Maximum zum Minimum und vom Minimum zum Maximum berechneten halben Perioden in den meisten Fällen *negativ* ist. Wenn man den gesamten Beobachtungszeitraum ins Auge fasst, erhält man auch für die halben Perioden entsprechend die Werte 3.62 J. und 3.76 J., deren Unterschied mit dem eben erwähnten Unterschied verglichen bedeutend grösser ist und ein entgegengesetztes Vorzeichen hat.

172. Die in dem Material vorkommenden Maximal- und Minimaljahre der 7-jährigen Schwankungen sind für die einzelnen Probeflächen in Tab. XII und XIII gruppiert, von denen die erstere die Moore, die letztere die Heiden umfasst (**156**).

Über die Einordnung der Beobachtungen in das bei der Gruppierung verwandte Zonensystem ist schon oben (**168**) die Rede gewesen. Die Zusammenstellung S. 115 enthält alle die Beobachtungen, deren Abweichung von dem erwähntem System grösser als ein Jahr ist (**157**).

In dieser Zusammenstellung sind $^1/_4$ der untersuchten Probeflächen enthalten. Die Maxima und Minima sind dabei ungf. gleich stark, die negativen Abweichungen etwas stärker vertreten als die positiven. Verhältnismässig die meisten Abweichungen fallen in den Anfang des 18. Jahrhunderts.

173. Schon oben sind Angaben über die Länge der Periode und halben Periode der 7-jährigen Schwankungen sowie über den Umfang der Amplitude für die Moore und Heiden gesondert gemacht (**164, 165**). Im folgenden wird versucht, auf Grund der Gruppierung der Extremjahre die eventuellen Verschiedenheiten der Schwankungen auf den erwähnten ungleichartigen Standorten festzustellen.

Aus den beiden obengenannten Tabellen ist Tab. XIV abgeleitet; sie zeigt die mittleren Extremjahre und die Längen der Periode für jeden Standort mit einander verglichen (158).

Nach der Tabelle beträgt die mittlere Länge der Periode aus den Maxima abgeleitet für die Moore 7.35 und für die Heiden 7.66 J., aus den Minima abgeleitet entsprechend 7.42 und 7.55 J., sie ist demnach in beiden Fällen für die Moore bedeutend kürzer als für die Heiden (164). Dieses Resultat erweist sich jedoch bei näherer Untersuchung der Tabelle als sehr unwahrscheinlich. Bei Berechnung der fraglichen mittleren Werte sind nämlich jedesmal sehr grosse Teile der Serien unberücksichtigt geblieben. Als mittlere Länge der Periode für den ganzen zu vergleichenden Zeitraum erhält man auf den Mooren aus den Maxima 7.30 J. und aus den Minima 7.31 J., auf den Heiden entsprechend 7.33 und 7.23 J. Als Gesamtwert der Länge der Periode ergibt sich auf den ersteren Standorten 7.30 J., auf den letzteren 7.28 J. oder praktisch genommen derselbe Wert. Dieser ist etwas kleiner als die früher (170, 171) abgeleiteten entsprechenden Werte. Der Unterschied dürfte seine Erklärung darin finden, dass es sich dabei um recht verschieden lange, obgleich teilweise gemeinsame Beobachtungszeiträume handelte.

Die in Frage stehende Tabelle zeigt ausserdem, dass auf den Heiden die Maxima durchschnittlich 0.32 J. und die Minima durchschnittlich 0.43 J. später eintraten als die entsprechenden Grenzwerte auf den Mooren. Zu dem gleichen Ergebnis kommt man, wenn man die ganze zu vergleichende Periode berücksichtigt, wobei man entsprechend die Unterschiede 0.11 und 0.52 J. erhält. Demnach scheinen also in der Tat die entsprechenden Grenzwerte auf den Mooren im Durchschnitt etwas früher eingetreten zu sein als auf den Heiden.

Die 11-jährigen Wachstumsschwankungen.

174. Schon früher sind in anderem Zusammenhang bei Vergleichung der 7- und 11-jährigen Wachstumsschwankungen auch für die Länge der Periode und halben Periode der letzt erwähnten Schwankungen Angaben gemacht (vgl. in Tab. VI und VII die Reihen, die sich auf den grossen Periodentypus beziehen). Es soll nun zunächst näher ins Auge gefasst werden, in welcher Stärke die 11-jährigen Wachstumsschwankungen in den untersuchten Serien auftreten.

Die Länge der Amplitude der in Frage stehenden Schwankungen wird durch Tab. XV beleuchtet (153).

Das Schwankungsintervall der Amplitude ist auf beiden Standorten beträchtlich. Der höchste Wert für die Amplitude beträgt auf den Mooren 1.65 mm, auf den Heiden 1.85 mm. Auf den Heiden finden sich um den Wert von 1.0 mm einige Fälle, sonst aber lässt sich auf den Mooren der Wert 0.6 mm und auf den Heiden der von 0.7 mm als Grenze ansehen, welchen die Amplitude nur in Ausnahmefällen überschreitet. Wenden wir den am zahlreichsten vertretenen Klassen unsere Aufmerksamkeit zu, so stellen wir fest, dass von der Gesamtanzahl $^3/_4$ der Fälle auf den Mooren zwischen 0.15—0.40 mm liegen, während auf den Heiden die entsprechende Menge zwischen 0.15—0.50 mm sich konzentriert. Die Amplitude ist auf den ersterwähnten Standorten im Durchschnitt bedeutend kleiner als auf den letzteren, nämlich entsprechend 0.33 und 0.40 mm. Für das gesamte Material erhalten wir als mittlere Grösse der Amplitude den Wert 0.37 mm.

175. Wir gehen jetzt dazu über die Resultate zu behandeln, welche wir durch Gruppierung der Extremjahre der 11-jährigen Wachstumsschwankungen erhielten (**154**).

Es erschien zweckentsprechend der Gruppierung die doppelte Länge der Periode zu Grunde zu legen. Als Ergebnis der 22-jährigen Gruppierung der Extremjahre erhalten wir jedoch Zonen, die deutlich nach rechts abweichen, woraus man schliessen kann, dass 22 Jahre ein zu langer Zeitraum als Grundlage der Gruppierung ist. Dagegen erweist sich eine 21-jährige Gruppierung, die deutlich senkrechte Zonen ergibt, in diesem Falle als besonders passend. Die folgende Untersuchung der Extremjahre basiert deswegen auf einer 21-jährigen Gruppierung des Materiales.

176. Die Ergebnisse der Gruppierung werden aus den Tab. XVI und XVII ersichtlich (**155**). Die Zoneneinteilung der Gruppierung folgt, wie man aus der ersteren Tabelle folgern kann, mit dem Jahre 1608 beginnend, dem Schema:

Max. (5), Min. (6), Max. (4), Min. (6).

Die Zahlen in Klammern geben die Anzahl der Jahre an, welche jede Zone umfasst. Das Schema ist natürlich nicht so zu deuten, dass die Länge der Periode abwechselnd 11 und 10 Jahre betrüge oder dass die Maximalzonen überall schmaler als die Minimalzonen wären. Das trifft auch für den Durchschnitt nicht zu. In Wirklichkeit werden die beide Extremwerte vertretenden Zonen stellenweise recht eng, stellenweise greifen sie weit auf das Gebiet der Nachbarzonen über. Demgemäss ist es sehr schwer die Zonen durch eine gerade Linie von einander zu trennen, und das Resultat kann in keinem Falle ganz genau sein.

177. Was die Resultate betrifft, so ist vor allem darauf hinzuweisen, dass die Beobachtungsserien für alle Probeflächen sich *positiv* dem verwandten System einordnen.

Bei genauerer Prüfung der Tab. XVI erhält man eine Vorstellung davon, in welchem Masse die Beobachtungen sich in den durch die Zoneneinteilung gegebenen engen Grenzen halten.

Die Anzahl der Abweichungen beträgt ungf. $^3/_{10}$ aller Beobachtungen, eine Zahl, die als solche allerdings sehr gross ist. Doch müssen wir, um diese Tatsache richtig beurteilen zu können, auch die Grösse und Richtung sowie die Verteilung der Abweichungen auf die die einzelnen Probeflächen vertretenden Teile des Materiales berücksichtigen. Dabei stellen wir fest, dass von den Abweichungen rund die Hälfte nur ein Jahr und $^3/_{10}$ zwei Jahre umfassen, sodass die Anzahl der grossen (3—4 Jahre umfassenden) Abweichungen nur auf einige Prozent der Gesamtsumme der Beobachtungen steigt (**181**). Die Abweichungen sind ebenso oft positiv wie negativ und verteilen sich ziemlich gleichmässig auf die verschiedenen Probeflächen. Danach können die Abweichungen sehr wohl — wenigstens in den meisten Fällen — nur zufälliger Natur sein.

178. Die auf Grund der Beobachtungen berechneten *mittleren* Extremjahre entsprechen, wie Tab. XVII zeigt, im allgemeinen gut den theoretischen Zeitpunkten, die wir als Resultat der Gruppierung erhielten.

Wenn man den Unterschied der theoretischen und beobachteten Zeitabschnitte Reihe für Reihe verfolgt, kann man feststellen, dass die Richtung der Abweichungen für lange Perioden fast unverändert bleibt. Der Unterschied ist nämlich vom Beginn des Beobachtungszeitraums ungefähr bis zur Mitte des 18. Jahrh. im grossen und ganzen negativ, von da an bis zur Mitte des 19. Jahrh. meist positiv und dann wieder bis zum Ende des Zeitraums negativ.

Zone für Zone untersucht ist die Grösse des Unterschiedes im Mittel höchstens 0.2 J., sodass also die Abweichungen unter Berücksichtigung des ganzen Zeitraums sich gut ausgleichen.

179. Die als Resultat der Gruppierung erhaltene doppelte Länge der Periode entpricht in jeder Zone ungf. dem Werte 21 J. Der Unterschied zwischen diesem theoretischen Werte und dem jedesmal auf den Beobachtungen fussenden Mittel beträgt in den verschiedenen Zonen der Reihenfolge nach + 0.02, — 0.19, + 0.05 und + 0.13 J. Mit Berücksichtigung der in Klammern gesetzten Zahlen sind die Unterschiede entsprechend + 0.09, — 0.15, + 0.07 und + 0.00 J. Demnach erhält man in beiden Fällen als doppelte Länge der Periode 20.998 J. und als einfache Länge der Periode 10.50 J. Dieser Wert ist bedeutend kleiner als der früher **(164)** abgeleitete.

180. Die auf die Beobachtungen sich gründenden mittleren Extremjahre sowie die mit ihrer Hilfe bestimmten Längen der Periode und halben Periode sind in Tab. XVIII dargestellt **(155)**.

Als mittlere Länge der Periode erhielten wir aus den Maxima 10.64 J. und aus den Minima 10.50 J. oder als Gesamtwert 10.57 J. Wenn wir die in Klammern gesetzten Zahlen mit berücksichtigen, die meist das 17. Jahrh. vertreten, kommen wir entsprechend zu den Werten 10.46, 10.56 und 10.51 J. Diese Werte decken sich ungefähr mit dem eben aus der doppelten Länge der Periode berechneten.

Für die vom Maximum zum Minimum und umgekehrt abgeleiteten halben Perioden erhielten wir die mittleren Werte 5.34 und 5.24 J. Unter Berücksichtigung der Zahlen in Klammern erhalten wir entsprechend 5.38 und 5.08 J. Der Unterschied zwischen den jede halbe Periode vertretenden Mitteln ist demnach in dem ersteren Falle + 0.10 J., in dem letzteren + 0.30 J. Bei genauer Musterung der Tabelle stellen wir fest, dass auch die Differenz der benachbarten halben Perioden ziemlich regelmässig positiv ist. Demnach ist also im allgemeinen vom Maximum zum Minimum eine längere Zeit verflossen als vom Minimum zum Maximum.

181. Die im Material mit Hilfe der Gruppierung nachgewiesenen Maxima und Minima der 11-jährigen Wachstumsschwankungen sind in den Tab. XIX und XX dargestellt. Die erstere Tabelle enthält die Moore, die letztere die Heiden **(156)**.

Schon früher **(177)** ist darauf hingewiesen, dass die Beobachtungsserien für alle Probeflächen sich positiv dem zu Grunde gelegten Schema einordnen.

Ausserdem ist auch schon **(177)** oberflächlich untersucht, in welchem Umfang die Beobachtungen sich den im Zusammenhang mit der Gruppierung unterschiedenen Zonen anpassen. Als Ergänzung zu dem Gesagten werden in der Zusammenstellung S. 129 u. 134 alle die Beobachtungen gegeben, deren Abweichung von dem zu Grunde gelegten System grösser ist als ein Jahr **(157)**.

Zu beachten ist, dass in der hier gegebenen Aufzählung der Abweichungen $^3/_4$ aller untersuchten Probeflächen vertreten sind. Maxima enthält die Zusammenstellung doppelt soviel als Minima. Die positiven Abweichungen sind dabei reichlicher vertreten als die negativen. Die Abweichungen verteilen sich auf das 17., 18. und 19. Jahrhundert ungefähr in demselben Verhältnis wie die Beobachtungen.

Von den Mooren weist die Probefläche L.I, von den Heiden die Probefläche E.I die meisten Abweichungen auf. Zu bemerken ist jedoch dabei, dass die Beobachtungszeiträume dieser Probeflächen die längsten sind. Grössere Beachtung als die erwähnten Probeflächen verdienen demnach vielleicht die Heiden A.I und A.III, auf die trotz der verhältnismässigen Kürze der Beobachtungszeiträume ein sehr grosser Teil der

Abweichungen fällt. Zu den am stärksten abweichenden Probeflächen gehören auch die Heiden J.I und J.II. Wenn wir die Heiden in ihrer Gesamtheit ins Ange fassen, stellen wir fest, dass $^2/_3$ der Abweichungen auf die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts entfallen, ein Umstand, der darauf hinzudeuten scheint, dass die Beobachtungsserien wenigstens für einige Heiden in dem erwähntem Zeitraum signifikativ von dem übrigen Materiale abweichen.

182. Auf Grund der die Extremwerte des Materiales für jede Probefläche darstellenden Tabellen ist Tab. XXI aufgestellt, in der die mittleren Extremjahre und Längen der Periode auf den Mooren und Heiden mit einander verglichen sind (**158**).

Als mittlere Länge der Periode erhalten wir nach der Tabelle für die Moore von den Maxima 10.22 J. und von den Minima 10.66 J. oder als Gesamtwert 10.44 J., für die Heiden entsprechend 10.78, 10.60 und 10.69 J. Demnach wäre also die mittlere Länge der Periode auf den ersteren Standorten 0.25 J. kürzer als auf den letzteren (**164**). Dieser Unterschied ist jedoch kaum signifikativ. Wenn wir die vielen in Klammern gesetzten Zahlen der Tabelle mit berücksichtigen, erhalten wir praktisch genommen den gleichen Wert für die mittlere Länge der Periode auf beiden Standorten, näml. auf den Mooren aus den Maxima 10.58 J. und aus den Minima 10.51 J. oder als Gesamtwert 10.55 J., auf den Heiden entsprechend 10.50, 10.53 und 10.52 J.

Die mittleren Extremjahre sind ziemlich regelmässig auf den Mooren bedeutend früher eingetroffen als die entsprechenden Zeitabschnitte auf den Heiden. Der Zeitunterschied beträgt für die Maxima im Mittel — 2.25 J., für die Minima im Mittel — 1.40 J. Wenn wir die Werte in Klammern mit berücksichtigen, bestätigen diese das Resultat, indem sie sowohl von den Maxima wie den Minima aus gerechnet zu dem mittleren Wert — 1.66 J. führen. Danach ergibt sich das signifikative Resultat, dass die gleichnamigen Extremwerte der in Frage stehenden Schwankungen auf den Mooren im Durchschnitt anderthalb bis zwei Jahre früher als auf den Heiden eingetroffen sind.

Die 21-jährigen Wachstumsschwankungen.

183. Die Tab. XXII und XXIII, die sich entsprechend auf die Moore und Heiden beziehen, enthalten die zur Beleuchtung der 21-jährigen Schwankungen des Halbmesserwachstums analysierten Beobachtungsserien (**151**).

Die Länge der untersuchten Zeitabschnitte beträgt in den Analysen der Moore 50—160 J., in denen der Heiden 60—130 J. Der betr. Zeitabschnitt erstreckt sich auf den erst erwähnten Standorten vom Ende des 16. Jahrh. bis zum Anfang des 20. Jahrh., auf den letzt erwähnten vom Anfang des 18. Jahrh. ebenfalls bis zum Anfang des 20. Jahrh., sodass die Beobachtungszeiträume entsprechend ungf. dreieinhalb und rund zwei Jahrhunderte umfassen.

Die mittlere Länge der Periode bewegt sich in den Analysen der Moore für die Maxima in den Grenzen 18.7—26.0 J., für die Minima in den Grenzen 18.0—24.0 J. bei Berücksichtigung aller Analysen erhalten wir als mittleren Wert entsprechend 20.88 und 20.06 J. In den Analysen der Heiden wiederum schwankt die mittlere Länge der Periode für die Maxima zwischen 16.8—23.5 J., für die Minima zwischen 16.7—25.5 J., während sie bei Berücksichtigung aller Analysen im Durchschnitt entsprechend 20.58 und 21.17 J. beträgt. Als Gesamtwert der Periodenlänge erhalten wir also auf den Mooren 20.47 J. und auf den Heiden 20.88 J.

Die mittlere Länge der halben Periode beträgt in den Analysen für die Moore 9.3—11.8 J., im Durchschnitt 10.33 J. und für die Heiden 8.4—12.0 J., im Durchschnitt 10.39 J. Die aus der halben Periode berechnete Länge der Periode ist demnach auf den in Frage stehenden Standorten entsprechend 20.66 und 20.78 J.

Das Schwankungsintervall der Amplitude der Periode ist in vielen Fällen recht bedeutend. So erreicht bei der Hälfte der Analysen für jeden Standort der Umfang des Schwankungsintervalls wenigstens den Wert 0.5 mm. — Die mittlere Grösse der Amplitude schwankt auf den Mooren in den Grenzen 0.22—0.76 mm und auf den Heiden in den Grenzen 0.18—0.77 mm und erreicht im Durchschnitt entsprechend die Werte 0.41 und 0.39 mm.

184. Die Länge der Periode und halben Periode der 21-jährigen Wachstumsschwankungen wird in den Tab. XXIV und XXV **(152)** näher untersucht.

Die Länge der Periode schwankt auf den Mooren in den Werten 14—27 J., auf den Heiden in den Werten 14—28 J. Lassen wir die äussersten, nur einen oder zwei Fälle aufweisenden Klassen unberücksichtigt, so halten sich die Schwankungsintervalle in den Grenzen 15—26 J. und 16—24 J. Wenn wir die Analysen für die Moore und die Heiden gesondert untersuchen und auch wenn wir das gesamte Material ins Auge fassen, stellen wir fest, dass ungf. die Hälfte der Fälle in den Frequenzserien sich in den Klassen 19—22 J. gehäuft haben. Auf den Heiden ist jedoch auch der Wert 23 J. reichlich vertreten. Auch ist die mittlere Länge der Periode auf den Heiden etwas grösser als auf den Mooren, näml. entsprechend 20.75 und 20.30 J. Auf beiden Standorten zusammen beträgt die Länge der Periode im Durchschnitt 20.50 J. — Auf Grund der Frequenzserien kann man das Material in bezug auf die Länge der Periode als ziemlich einheitlich ansehen **(187)**.

Die Länge der halben Periode beträgt auf den Mooren und Heiden entsprechend 5—15 und 6—15 J. Zwischen 8—12 J. fallen in der die Moore vertretenden Frequenzserie $^4/_5$, in der entsprechenden Serie für die Heiden $^3/_4$ der Fälle. Die mittlere Länge der halben Periode beträgt auf den verschiedenen Standorten entsprechend 10.21 und 10.32 J., sowie in dem gesamten Material 10.26 J. Die aus diesen Zahlen abgeleitete Länge der Periode erhält also der Reihenfolge nach die Werte 20.42, 20.64 und 20.52 J.

Wenn man die Länge der vom Maximum zum Minimum und vom Minimum zum Maximum gerechneten halben Perioden mit einander vergleicht, kann man feststellen, dass die ersteren im Durchschnitt grösser sind als die letzteren, und zwar trifft das für die Moore und Heiden wie auch für beide Standorte zusammen zu, und erreichen die in Frage stehenden Unterschiede entsprechend die Werte 0.31, 1.10 und 0.67 J.

185. In Tab. XXVI **(153)** ist die Amplitude der 21-jährigen Wachstumsschwangen, von der schon oben beiläufig die Rede war, näher untersucht.

Das Schwankungsintervall der Amplitude ist in dem Material für jeden Standort auffallend weit. Der Maximalwert der Amplitude beträgt auf den Mooren 1.90 mm, auf den Heiden 2.20 mm. Die den Wert 1.0 mm überschreitenden Amplituden sind jedoch ungewöhnlich gross. Auf den Mooren erreichen $^3/_4$ und auf den Heiden $^1/_5$ der Fälle höchstens den Wert 0.5 mm. Meist beträgt die Grösse der Amplitude 0.10—0.40 mm. Um dieses Mittel konzentrieren sich in der Serie für die Moore ungf. $^2/_3$ und in der für die Heiden etwas über $^2/_3$ der Fälle. Die mittlere Grösse der Amplitude erreicht auf beiden Standorten gesondert entsprechend den Wert 0.43 und 0.41 mm, auf den Standorten zusammen 0.42 mm.

186. Wir wenden uns jetzt der Untersuchung der Resultate zu, die wir durch die Gruppierung der Extremjahre der 21-jährigen Wachstumsschwankungen erhielten **(154)**.

Die Beobachtungsserie (l.r.), welche die Probefläche 1.1 vertritt, ist bei der Gruppierung unberücksichtigt geblieben, weil die Orientierung dieser Serie unsicher ist **(143)**.

Die Extremjahre sind versuchsweise unter Verwendung von 20-, 21- und 22-jährigen Gruppierungen angeordnet. Dabei zeigte sich, dass wir in den beiden ersterwähnten Fällen nach links abweichende, im letzteren Falle dagegen ganz senkrechte Zonen erhalten. Weiter konnte festgestellt werden, dass bei Verwendung einer genaueren Skala von den 40-, 41-, 42-, 43- und 44-jährigen Gruppierungen die letztere (= 2 × 22.0 J.) zu den besten Resultaten führt. Deswegen ist die Analyse des Materiales im folgenden unter Verwendung von 22-jährigen Zeitabschnitten durchgeführt.

187. Die Ergebnisse der Gruppierung sind in den Tab. XXVII und XXVIII **(155)** angeführt. Um Platz zu sparen ist die isolierte Analyse L.I. 3. R in diesem Zusammenhang unberücksichtigt geblieben. Auch enthält die Tabelle nicht die Angaben der Analyse J.I. 5. R, weil die Gruppierung deutlich gezeigt hat, dass die Periodenlänge der in Frage stehenden Serie signifikativ kleiner ist als die Länge der hier untersuchten Schwankungen.

Die erstere Tabelle zeigt, dass die Zoneneinteilung der Gruppierung, mit dem Jahre 1689 beginnend, dem Schema

Max. (Min.) (11), Min. (Max.) (11) folgt.

Die Zahlen in Klammern geben an, dass jede Zone 11 Jahre umfasst. Es war verhältnismässig leicht zwischen den Zonen den Grenzstrich zu ziehen. Allerdings gehen die Zonen stellenweise in einander über, aber dann handelt es sich im allgemeinen um einzelne Beobachtungen und nicht um Beobachtungsgruppen.

188. Was die Resultate betrifft so ist zunächst zu bemerken, dass das untersuchte Material in zwei Gruppen zerfällt, von denen sich die eine dem System *positiv*, die andere *negativ* einordnet. Zur ersteren Gruppe zählen die Beobachtungsserien der meisten Probeflächen und dem entsprechend auch die meisten Beobachtungen, zur letzteren die Serien dreier Probeflächen oder $^1/_5$ der Beobachtungen **(191)**.

Inwieweit sich die Beobachtungen dem in Frage stehenden System einordnen, lässt sich eingehender aus Tab. XXVII feststellen.

Die Anzahl der Abweichungen ist verhältnismässig gering, $^3/_{20}$ von allen Beobachtungen, und ihre Richtung fast ebenso häufig positiv wie negativ. Wenn wir die Grösse der Abweichungen ins Auge fassen, stellen wir fest, dass $^2/_3$ von ihnen höchstens 3 Jahre umfassen, sodass die Anzahl der ziemlich grossen (4—6 Jahre umfassenden) Abweichungen nur 5 % aller Beobachtungen ausmacht. Die meisten Abweichungen konzentrieren sich auf einige bestimmte Probeflächen. Danach lassen sich zum mindesten nicht alle Abweichungen als zufällig ansehen, sondern wir müssen annehmen, dass das Material teilweise systematisch abweichende Züge trägt **(191)**.

189. Die auf den Beobachtungen fussenden *mittleren* Extremjahre sind für die positive und negative Gruppe des Materiales gemeinsam berechnet. Die mittleren Werte sind in Tab. XXVIII mit den entsprechenden auf Grund der Gruppierung erhaltenen theoretischen Zeitpunkten verglichen.

Die Abweichungen sind — wenn wir von einigen lückenhaften Stellen am Anfang des 18. Jahrhunderts absehen — sehr gering.

Zu beachten ist, dass die Unterschiede zwischen den theoretischen und beobachteten Zeitpunkten im 18. Jahrh. alle negativ, im 19. Jahrh. (und im Anfang des 20.) fast ausnahmslos positiv sind.

Das Differenzmittel beträgt in der einen Zone + 0.5 J. in der anderen — 0.1 J. Demnach weist der gesamte Beobachtungszeitraum keine Abweichung nach einer bestimmten Richtung auf.

190. Die in Frage stehende Tabelle zeigt neben den mittleren Extremjahren auch die aus ihnen abgeleiteten Längen der Periode und halben Periode.

Die Länge der Periode ist, von beiden Extremwerten aus gesondert gerechnet, fast gleich und im Mittel 21.55 J. Wenn wir die Zahlen in Klammern mit berücksichtigen, erhalten wir 21.00, 21.27 und im Durchschnitt 21.14 J. Die früher (**184**) abgeleitete Länge der Periode ist bedeutend kleiner als die hier erhaltenen Werte.

Die halbe Periode beträgt, vom Maximum zum Minimum (in der negativen Gruppe des Materiales vom Minimum zum Maximum) gerechnet, im Durchschnitt 11.18 J., vom Minimum zum Maximum (vom Maximum zum Minimum) durchschnittlich 10.49 J. Wenn wir die in Klammern gesetzten Zahlen mitberücksichtigen, erhalten wir entsprechend im Durchschnitt 10.64 und 10.36 J. Die Differenz zwischen den halben Perioden ist entsprechend + 0.8 und + 0.3 J., also in beiden Fällen positiv und in ihrem numerischen Wert recht bedeutend. In der Tabelle ist die Differenz der benachbarten halben Perioden ebenfalls meist positiv. Die Längen der beiden halben Perioden erscheinen auf Grund dessen als signifikativ verschieden gross.

191. Die Maxima und Minima der 21-jährigen Wachstumsschwankungen auf jeder Probefläche sind in Tab. XXIX und XXX (**156**) mit einander verglichen. In der ersteren, die Moore enthaltenden Tabelle sind die unsicheren Angaben für Probefl. I.I fortgelassen (**143**). In die zweite Tabelle, welche die Heiden des Materiales umfasst, ist dagegen die bei der Gruppierung unberücksichtigt gelassene, einen Ausnahmefall darstellende Probefläche J.I. (**187**) aufgenommen worden.

Schon oben ist darauf hingewiesen, dass der grösste Teil des Materiales sich dem mit Hilfe der Gruppierung abgeleiteten System positiv einordnet. Eine eigene Gruppe bilden in dieser Beziehung die Probeflächen L.I. J.III und E.I, deren Beobachtungsserien dem erwähnten System sich negativ einordnen (**188**).

Oben wurde ebenfalls präliminär untersucht, in welchem Masse die Beobachtungen sich in den durch die Zoneneinteilung gegebenen Grenzen halten (**188**). Diese Frage wird durch die Zusammenstellung S. 145 näher beleuchtet, welche die Abweichungen in dem Materiale zeigt, die grösser als ein Jahr sind (**157**).

In dieser Aufzählung der Abweichungen ist die Hälfte der untersuchten Probeflächen vertreten. Die Maxima und Minima erscheinen darin gleich zahlreich. Negative Abweichungen kommen häufiger vor als positive. Im Hinblick auf die Anzahl der Beobachtungen treten die Abweichungen weniger im 18. als im 19. Jahrh. auf.

Es ist bemerkenswert, dass die meisten und grössten Abweichungen sich auf vier Probeflächen konzentrieren. Zu beachten ist auch, dass es sich dabei immer um gleichgerichtete Abweichungen vieler auf einander folgender Extremwerte handelt. So weichen auf den Probeflächen B.I. und B.III die Extremwerte vom Ende der 20er bis zum Anfang der 60er Jahre des 19. Jahrhunderts regelmässig in negativer Richtung, die Extremwerte auf Probefläche J.V. vom Beginn der 30er Jahre bis zum Ende der

50er Jahre des vorigen Jahrhunderts ebenso deutlich in positiver Richtung ab. Probefl. J.III wiederum zeigt positive Abweichungen vom Ende der 60er bis zum Ende der 80er Jahre des 18. Jahrhunderts, negative Abweichungen in den 90er Jahren des vorigen und dem ersten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts. Die Beobachtungsserien, welche die in Frage stehenden Moore vertreten, scheinen demnach an den erwähnten Stellen systematisch von dem übrigen Materiale abzuweichen.

192. Auf den soeben für jede Probefläche gemachten Angaben fusst der folgende Vergleich zwischen den die verschiedenen Standorte vertretenden Teilen des Materiales. Die Ergebnisse enthält Tab. XXXI, welche die mittleren Extremjahre und die Periodenlängen auf den Mooren und Heiden mit einander verglichen zeigt (**158**). Der Vergleich ist mit Hilfe des Materiales, das sich dem verwandten System positiv einordnet, durchgeführt, sodass von den Mooren die Probefl. L.I. und J.III, von den Heiden die Probefl. J.I und E.I unberücksichtigt geblieben sind (**191**). Demzufolge schränkt sich die Vergleichszeit auf die Zeit nach den ersten Jahrzehnten des 18. Jahrh. ein.

Die mittlere Länge der Periode ist nach der Tabelle auf den Mooren bedeutend kürzer als auf den Heiden. Von den Maxima abgeleitet erhalten wir entsprechend $20.^{50}$ und $21.^{67}$ J., von den Minima aus gerechnet $20.^{44}$ und $22.^{03}$ J. oder als Gesamtwerte $20.^{47}$ und $21.^{55}$ J., sodass die mittlere Länge der Periode auf den Mooren $1.^{4}$ J kürzer wäre als auf den Heiden. Diese Differenz wird jedoch ganz unbedeutend, wenn die Zahlen in Klammern mit berücksichtigt und die in Frage stehenden Werte für die ganze Vergleichsperiode berechnet werden. Dabei erhalten wir nämlich für die Moore und Heiden entsprechend von den Maxima $21.^{75}$ und $21.^{88}$ J., von den Minima $21.^{89}$ und $22.^{04}$ J. oder als Gesamtwerte $21.^{82}$ und $21.^{96}$ J.

Die Differenz zwischen den mittleren Extremjahren für die Moore und Heiden ist in den meisten Fällen negativ. Nach der Tabelle beträgt die Differenz von den Maxima aus gerechnet im Durchschnitt $-1.^{22}$ J., von den Minima aus gerechnet $-3.^{57}$ J. Der letztere Wert ist jedoch als numerisch zu gross zu betrachten. Wenn man die Zahlen in Klammern mit berücksichtigt, erhält man nämlich von den Maxima und Minima entsprechend im Durchschnitt $-0.^{46}$ und $-1.^{70}$ J. Danach dürfte es wohl am angebrachtesten sein das Resultat so zu formulieren, dass die gleichnamigen Grenzwerte der untersuchten Schwankungsperiode auf den Mooren im Durchschnitt ein Jahr früher eingetreten sind als auf den Heiden.

Die 35-jährigen Wachstumsschwankungen.

193. Die Analysen der 35-jährigen Wachstumsschwankungen werden in Tab. XXXII und XXXIII angegeben (**151**), wobei die erstere die Beobachtungen für die Moore, die letztere die für die Heiden enthält.

Die Länge der von den Analysen umfassten Zeitabschnitte beträgt auf den Mooren 70—160 J., auf den Heiden 90—150 J. Der gesamte Beobachtungszeitraum erreicht auf den Mooren beinahe dreiundeinhalb, auf den Heiden über zweiundeinhalb Jahrhunderte von der Gegenwart aus gerechnet und erstreckt sich auf beiden Standorten vom Anfang des zwanzigsten bis entsprechend zum Ende des 16. und zur Mitte des 17. Jahrh.

Die mittlere Länge der Periode schwankt in den Analysen der Moore von den Maxima aus gerechnet in den Werten 33.0—47.0 J., von den Minima aus in den Werten 31.0—43.0 J., ist also im Durchschnitt entsprechend 37.55 und 36.30 J. In den Analysen der Heiden bewegt sich die mittlere Länge der Periode von den Maxima aus bestimmt in den Grenzen 31.0—44.5 J., von den Minima abgeleitet in den Grenzen 31.0—39.5 J., und erreicht im Durchschnitt entsprechend die Werte 35.53 und 34.71 J. Der Gesamtwert der Periodenlänge beträgt auf den Mooren 36.95 J. und auf den Heiden 35.12 J.

Die mittlere Länge der halben Periode ist auf den Mooren 16.5—20.3 J., auf den Heiden 15.0—22.3 J., oder auf beiden Standorten im Durchschnitt entsprechend 18.64 und 17.49 J. Auf Grund dieser Zahlen erhalten wir also als Wert der Periodenlänge auf den Mooren 37.28 J. und auf den Heiden 34.98 J.

Das Schwankungsintervall der Amplitude der Periode ist in den untersuchten Beobachtungsserien der Moore im allgemeinen verhältnismässig kurz, und überschreitet nur in Ausnahmefällen den Wert 0.5 mm. In den Serien der Heiden ist der Umfang des Schwankungsintervalls dagegen meist recht bedeutend und geht in den meisten Fällen über den genannten Wert von 0.5 mm hinaus. — Die mittlere Länge der Amplitude bewegt sich auf den Mooren in den Grenzen 0.18—0.85 mm, auf den Heiden in den Grenzen 0.24—0.82 mm und beträgt auf den beiden Standorten im Durchschnitt 0.45 mm.

194. Die in den Analysen der 35-jährigen Wachstumsschwankungen enthaltenen Längen der Periode und halben Periode sind in Tab. XXXIV und XXXV (**152**) zusammengestellt.

Die Länge der Periode bewegt sich auf den Mooren in den Grenzen 31—47 J., auf den Heiden in den Grenzen 26—48 J. Auch wenn wir die äussersten Klassen, auf die nur einige vereinzelte Fälle kommen, unberücksichtigt lassen, bleibt das Schwankungsintervall doch bedeutend und umfasst entsprechend die Werte 31—43 und 29—43 J. Eine deutliche Häufungsstelle lässt sich in den Frequenzserien nicht feststellen. Allerdings fallen in der Serie der Moore zwischen 33—37 J. über die Hälfte und in der Serie der Heiden zwischen 29—31 J. ein Drittel der Fälle, aber in beiden Serien sind ausserdem die Werte 40 und 43 J. und auf den Heiden auch der Wert 36 J. verhältnismässig häufig vertreten. Dieser Umstand lässt sich allerdings auf den geringen Umfang des Materiales zurückführen, er kann aber auch darauf hinweisen, dass das Material in bezug auf die Länge der Periode nicht einheitlich ist (**196, 197**). — Als mittlere Länge der Periode erhalten wir auf den Mooren 36.75 J., auf den Heiden 35.85 J. und auf den Standorten zusammen 36.29 J.

Die Länge der halben Periode beträgt praktisch genommen auf den Mooren 13—25 J., auf den Heiden 11—26 J. Fassen wir die reichlicher vertretenen Klassen der Frequenzserien ins Auge, so stellen wir fest, dass $^2/_3$ der Fälle in der Serie der Moore sich zwischen 17—21 J. häufen, wogegen die gleiche Anzahl Fälle in der Serie der Heiden sich zwischen 14—21 J. zerstreut. Die mittlere Länge der halben Periode ist auch auf den ersteren Standorten etwas grösser als auf den letzteren, nämlich entsprechend 18.36 und 17.52 J., in dem gesamten Material 18.01 J. Die aus der halben Periode abgeleitete Länge der Periode beträgt demnach in der obigen Reihenfolge 37.12, 35.04 und 36.02 J.

Die vom Maximum zum Minimum gerechneten halben Perioden sind auf den Mooren durchschnittlich 1.09 J. kürzer, auf den Heiden durchschnittlich 1.17 J. länger

als die vom Minimum zum Maximum gerechneten. Nehmen wir das gesamte Material, so sind demzufolge die auf beide Arten bestimmten halben Perioden im Durchschnitt ziemlich gleich lang.

195. Die Amplitude der 35-jährigen Wachstumsschwankungen wurde in anderem Zusammenhange schon mit einigen Worten berührt **(193)**. Tab. XXXVI soll diese Frage näher beleuchten **(153)**.

Das Schwankungsintervall der Amplitude ist in dem Material für beide Standorte beträchtlich. Die grösste Weite der Amplitude beträgt auf den Mooren 1.40 mm und auf den Heiden 2.15 mm. Doch erreicht im allgemeinen die Amplitude grössere Werte als 0.7 mm nicht. Zwischen 0.20—0.40 mm konzentrieren sich in der Frequenzserie der Moore rund die Hälfte, in der der Heiden ungefähr die Hälfte der Fälle. Die mittlere Grösse der Amplitude beträgt auf den Mooren und Heiden entsprechend 0.44 und 0.45 mm sowie auf beiden Standorten zusammen 0.45 mm.

196. Wenden wir uns jetzt der zur näheren Nachprüfung der 35-jährigen Wachstumsschwankungen vorgenommenen Gruppierung der Grenzwertstellen zu **(154)**.

Die Anordnung der Extremjahre unter Zugrundelegung einer bestimmten Gruppierung erwies sich in diesem Falle besonders schwierig. Versuchshalber wurden mehrere Gruppierungen, zunächst von einer 32-jährigen bis zu einer 40-jährigen verwandt. Von diesen sind die 32- und 33-jährigen ohne Zweifel zu kurz, die 39- und 40-jährigen offensichtlich zu lang. Sowohl die 34- wie die 35- und vor allem 36-jährige Gruppierung führt zu einem guten Resultat, wenn man nur die letztere Hälfte des Untersuchungszeitraumes oder genauer bestimmt die Extremwerte für den Zeitraum 1780—1920 berücksichtigt. Der ganzen Beobachtungszeit, die sich bis in den Anfang des 17. Jahrh. erstreckt, passen sich dagegen nur die 37- und 38-jährigen Gruppierungen an, und zwar die erstere besser als die letztere. Um dieses Ergebnis nachzuprüfen sind noch mit 72—76-jährigen Gruppierungen Versuche angestellt. Von diesen haben zu den besten und unter einander ungefähr gleichwertigen Ergebnissen die 73- und 74-jährigen Gruppierungen geführt. Im folgenden wird deshalb der Einfachheit halber die 37-jährige Gruppierung zu Grunde gelegt.

197. Die Ergebnisse der Gruppierung sind in Tab. XXXVII und XXXVIII **(155)** zusammengestellt. Die Zoneneinteilung der Gruppierung ist, mit dem Jahre 1587 beginnend, nach dem Schema.

Max. (Min.) (19), Min. (Max.) (18) vorgenommen.

Die Maximal-(Minimal-) Zone umfasst also 19 Jahre, die Minimal-(Maximal-) Zone 18 Jahre. Die Zonen möglichst zweckentsprechend von einander zu trennen war ebenso schwer wie die geeignetste Gruppierung zu finden. Auf umfangreicherem Materiale fussende Untersuchungen können deshalb leicht einige Änderungen notwendig machen.

198. Dem obigen Schema ordnen sich die untersuchten Beobachtungsserien *positiv* ein, mit Ausnahme von einer Serie, welche nur einige Beobachtungen umfasst. Beiläufig sei erwähnt, dass, wenn der Anfangspunkt der Zoneneinteilung vier Jahre vorwärts verschoben würde, noch eine andere Serie diesem Schema *negativ* sich einordnen würde **(201)**.

Mustern wir Tab. XXXVII näher, so stellen wir fest, dass sich die Beobachtungen sehr gut in den gezogenen Grenzen halten. Die Anzahl der Abweichungen beträgt nämlich ungf. $^1/_6$ aller Beobachtungen. Von den Abweichungen umfassen jedoch $^2/_3$

höchstens 4 Jahre, sodass die Anzahl der ziemlich grossen (5 oder 7) und grossen (10 oder 11 Jahre umfassenden) Abweichungen zusammen nur 5 % aller Beobachtungen erreicht. Die nach beiden Richtungen fallenden Abweichungen sind ungf. gleich häufig vertreten. Über die Verteilung der Abweichungen auf die verschiedenen Probeflächen wird weiter unten die Rede sein (**201**).

199. Bei Berechnung der auf den Beobachtungen fussenden *mittleren* Extremjahre sind die dem zu Grunde gelegten System negativ sich einordnenden wenigen Beobachtungen mit den positiv sich einordnenden zusammen als gleichwertig berücksichtigt. Die erhaltenen Mittel sind in Tab. XXXVIII mit den entsprechenden in der Gruppierung abgeleiteten theoretischen Zeitpunkten verglichen.

Die Abweichungen sind in vielen Fällen beträchtlich, sie gleichen sich aber, wenn man den ganzen Beobachtungszeitsraum ins Auge fasst, ziemlich genau aus. Die mittlere Abweichung beträgt nämlich in der einen Zone -0.73 J., in der anderen $+0.76$ J.

Wenn man die Entwicklung der Differenz der theoretischen und beobachteten Zeitpunkte im Laufe der Zeit verfolgt, kann man feststellen, dass die Differenz vom Ende des 17. bis zur Mitte des 18. Jahrh. positiv und von da ab bis zum Ende des 19. Jahrh. negativ ist.

200. Die in Frage stehende Tabelle zeigt die aus den mittleren Extremjahren bestimmten Längen der Periode und halben Periode.

Als mittlere Länge der Periode erhielten wir aus den Maxima (Minima) 36.42 J. und aus den Minima (Maxima) 36.17 J. oder als Gesamtwert 36.30 J. Dieser Wert entspricht genau dem früher abgeleiteten Mittel (**194**). Wenn wir auch die in Klammern gesetzten, das 17. Jahrh. vertretenden Werte berücksichtigen, erhalten wir entsprechend 37.00, 36.10 und 36.58 J., also einen Gesamtwert, der etwas grösser ist, als der obige.

Die vom Maximum zum Minimum (vom Minimum zum Maximum) gerechnete halbe Periode beträgt im Durchschnitt 17.01 J., vom Minimum zum Maximum (Maximum zum Minimum) gerechnet im Durchschnitt 18.62 J., und die Differenz zwischen den Zahlen also -1.6 J. Wenn wir die in Klammern gesetzten Zahlen mit berücksichtigen, erhalten wir entsprechend die Mittel 16.51 und 19.65 J. sowie die Differenz -3.1 J. Doch lässt sich die Differenz der Mittel kaum als signifikativ ansehen, weil sie bei paarweiser Vergleichung der benachbarten halben Perioden ebenso oft positiv wie negativ ist.

201. Die Maxima und Minima der 35-jährigen Wachstumsschwankungen sind für die einzelnen Probeflächen in Tab. XXXIX und XL dargestellt, von denen die erstere die Moore des Materiales, die letztere die Heiden umfasst (**156**).

Die fast alle Probeflächen vertretenden Beobachtungsserien ordnen sich, wie schon oben erwähnt wurde, positiv dem mit Hilfe der Gruppierung entstandenen System ein. Eine Ausnahme in dieser Beziehung bildet nur die Serie der Probefl. A. VI, deren Verlauf dem der anderen Serien des Materiales entgegengesetzt ist. Beiläufig sei erwähnt, dass bei geringer Veränderung der zu Grunde gelegten Zoneneinteilung auch die Probefl. J.III vertretende Serie sich dem System negativ einordnen würde (**198**).

Schon früher ist in grossen Zügen dargelegt, wie die Beobachtungen sich der Zonenaufstellung einordnen (**198**). Zur Ergänzung kann die S. 160 gegebene Zusammenstellung dienen, welche die Abweichungen enthält, die mehr als zwei Jahre betragen (**157**).

Diese Zusammenstellung enthält $^1/_3$ aller untersuchten Probeflächen. Die Minima sind in der Zusammenstellung reichlicher vertreten als die Maxima. Die positiven und negativen Abweichungen treten ziemlich gleich häufig auf. Im Verhältnis zur Anzahl der Beobachtungen sind die Abweichungen im 18. Jahrh. verhältnismässig am zahlreichsten.

Von den Probeflächen verdient die Heide E. I. besondere Erwähnung, weil sich auf ihr die meisten und bemerkenswertesten Abweichungen finden. Diese sind ausserdem alle negativ und fallen auf unmittelbar auf einander folgende Extremwerte in einem Zeitabschnitt vom Ende des 17. bis zur Mitte des 18. Jahrh. Alle Anzeichen deuten deshalb darauf hin, dass die Beobachtungen für die betr. Probefläche in der erwähnten Zeit sich von dem übrigen Materiale systematisch unterscheiden.

202. Mit Verwertung der oben für die einzelnen Probeflächen gemachten Angaben sind in Tab. XLI die mittleren Extremjahre und Periodenlängen der Schwankungen auf den Mooren und Heiden mit einander verglichen **(158)**. Die dem System sich negativ einordnende Heide A.VI **(201)** ist dabei unberücksichtigt geblieben. Die Vergleichung wäre eigentlich — weil die Beobachtungen für die älteste Zeit knapp sind — auf die Zeit nach dem 17. Jahrh. einzuschränken gewesen, doch sind auch einige Beobachtungen vom Ende des erwähnten Jahrhunderts mit berücksichtigt worden.

Die mittleren Längen der Periode auf den mit einander verglichenen Standorten sind nach der Tabelle ziemlich gleich gross. Für die Moore erhalten wir nämlich aus den Maxima $38.^{24}$ J. und aus den Minima $38.^{04}$ J. oder als Gesamtwert $38.^{14}$ J. Für die Heiden sind die entsprechenden Werte $38.^{54}$, $37.^{96}$ und $38.^{25}$ J. Die meisten der in Klammern gesetzten Werte sind offenbar irreführend, sodass sie sich hier nicht verwerten lassen.

Wenn wir die mittleren Extremwerte für die Moore und die Heiden mit einander vergleichen, stellen wir fest, dass die Differenz zwischen den Zahlen oft negativ ist. Die Differenz der Maximalstellen beträgt im Mittel $-1.^{27}$ J., die der Minimalstellen im Mittel $-2.^{52}$ J. Wenn wir die in Klammern stehenden Werte mit berücksichtigen, kommen wir zu einem gleichgerichteten, numerisch aber deutlich zu grossen Resultat. Am richtigsten ist auf Grund der angeführten Zahlen die Folgerung, dass die entsprechenden Extremwerte der untersuchten Schwankungsperiode auf den Mooren im Durchschnitt zwei Jahre früher eingetreten sind als auf den Heiden.

Die 70-jährigen Wachstumsschwankungen.

203. Die Analysen der 70-jährigen Wachstumsschwankungen sind, die Beobachtungsserien für die Moore und Heiden getrennt, in Tab. XLII bzw. XLIII gegeben **(151)**.

Die Länge der untersuchten Zeitabschnitte schwankt in den Analysen der Moore in den Grenzen 110—210 J., in denen der Heiden in den Grenzen 120—280 J. Die Beobachtungszeiträume beginnen als Ganzes betrachtet in der zweiten Hälfte, auf den Heiden in der Mitte des 17. Jahrh. und gehen bis in den Anfang des 20. Jahrh. Der untersuchte Zeitraum erstreckt sich also auf den Mooren über rund zweiundeinhalb, auf den Heiden über ungf. drei Jahrhunderte.

Die mittlere Länge der Periode bewegt sich in den Analysen der Moore von den Maxima abgeleitet in den Werten $67.^{0}$—$84.^{0}$ J., von den Minima aus gerechnet in den

Werten 67.0—77.5 J.; bei Berücksichtigung aller Analysen erhalten wir als Mittel entsprechend 73.63 und 73.00 J. In den Analysen der Heiden wiederum variiert die mittlere Länge der Periode für die Maxima in den Grenzen 72.3—78.0 J., für die Minima in den Grenzen 71.0—73.0 J., und beträgt im Durchschnitt entsprechend 75.08 und 71.83 J. Als Gesamtwert für die Länge der Periode erhalten wir auf den Mooren 73.39 und auf den Heiden 73.69 J.

Die mittlere Länge der halben Periode beträgt in den Analysen für die Moore 33.5—38.8 J., im Durchschnitt 36.37 J., in denen für die Heiden 36.2—39.9 J., im Durchschnitt 37.28 J. Die Länge der Periode ist also von den Werten der halben Periode abgeleitet auf den Mooren 72.74 J. und auf den Heiden 74.56 J.

Das Schwankungsintervall der Amplitude der Periode ist in den meisten Fällen sehr klein. Der Umfang des Schwankungsintervalls erreicht nämlich auf den Mooren höchstens den Wert 0.4 mm, auf den Heiden höchstens den Wert 0.6 mm. — Die mittlere Grösse der Amplitude beträgt auf den Mooren 0.28—0.63 mm, auf den Heiden 0.31—0.69 mm, im Durchschnitt entsprechend 0.47 und 0.44 mm.

204. Die Länge der Periode und halben Periode der 70-jährigen Wachstumsschwankungen wird aus Tab. XLIV und XLV näher ersichtlich **(152)**.

Die Länge der Periode schwankt auf jedem Standort bedeutend, auf den Mooren in den Werten 66—84 J., auf den Heiden in den Werten 64—80 J. Doch fallen die meisten Fälle zwischen 71—72 J. Die mittlere Länge der Periode hat auf den Mooren und Heiden ungf. den gleichen Wert, nämlich entsprechend 72.57 und 72.44 J.; für das gesamte Material erhalten wir den Wert 72.52 J.

Die Länge der halben Periode beträgt auf den Mooren 26—46 J., auf den Heiden 28—44 J. Trotzdem die Werte stark divergieren, fällt in den Verteilungsserien doch die Hälfte der Werte in sehr enge Grenzen, nämlich auf den Mooren zwischen 34—37 J. und auf den Heiden zwischen 35—37 J. Die mittlere Länge der halben Periode beträgt in den die Moore, Heiden und beide Standorte zusammen vertretenden Teilen des Materiales 36.13, 36.31 und 36.19 J., sodass wir als Länge der Periode entsprechend 72.26, 72.62 und 72.38 J. erhalten.

Die vom Maximum zum Minimum bestimmten halben Perioden sind auf den Mooren und den Heiden wie auch auf beiden Standorten zusammen im Durchschnitt länger als die vom Minimum zum Maximum gerechneten halben Perioden. Die Differenzen zwischen den in Frage stehenden Mitteln sind entsprechend 6.00, 1.19 und 4.27 J.

205. Die Stärke der 70-jährigen Wachstumsschwankungen, von der schon oben **(203)** kurz die Rede war, soll noch einmal an der Hand der in Tab. XLVI genauer zusammengestellten Angaben gemustert werden **(153)**.

Das Schwankungsintervall der Amplitude beträgt auf den Mooren 0.10—0.80 mm und auf den Heiden 0.15—0.80 mm, es ist also auf beiden Standorten verhältnismässig eng. Die Grösse der Amplitude bewegt sich gewöhnlich in den Werten 0.30—0.55 mm. Dazwischen fallen in den Verteilungsserien für die Moore $^3/_4$ und in der Serie für beide Standorte zusammen $^2/_3$ der Fälle. Die mittlere Weite der Amplitude beträgt auf den Mooren 0.45 mm, auf den Heiden 0.42 mm und auf den Standorten zusammen 0.44 mm.

206. Wir wollen hier zwecks einer genaueren Analyse die Gruppierung der Extremjahre der 70-jährigen Wachstumsschwankungen mustern **(154)**.

Beiläufig sei erwähnt, dass die Orientierung der Probefl. I.I vertretenden Beobachtungsserie (1. *R*) zwar unsicher ist, dass aber, da der mögliche Fehler im Verhältnis

zu der Länge der hier in Frage stehenden Schwankungsperiode ganz unbedeutend ist, die erwähnte Serie in diesem Zusammenhange nicht fortgelassen wurde (**143**).

Bei Anordnung der Grenzwertstellen habe ich versuchshalber 72- und 73-jährige Gruppierungen verwandt, die sich beide als brauchbar und ungf. gleichwertig erwiesen. Die folgende Darstellung fusst auf einer 73-jährigen Gruppierung.

207. Die Ergebnisse der Gruppierung zeigen Tab. XLVII und XLVIII (**155**). Die Zoneneinteilung der Gruppierung folgt, mit dem Jahre 1618 beginnend, dem Schema:

Max. (Min.) (37), Min. (Max.) (36),

wo die in Klammern gesetzten Zahlen die Anzahl der zu den Zonen gehörenden Jahre angeben. Zu beachten ist, dass die Beobachtungen sich eigentlich jedesmal auf ein Gebiet von der Breite ungf. einer halben Zone konzentrieren. Nur für eine Probefläche ordnen sich die Beobachtungen gesondert von den anderen an (**211**). Die Zonen heben sich demnach zwar deutlich von einander ab, doch ist die Ziehung des Grenzstriches zwischen ihnen ziemlich willkürlich.

208. Das untersuchte Material verteilt sich ziemlich gleichmässig auf zwei ungleiche Vorzeichen aufweisende Gruppen. Dem zu Grunde gelegten System ordnen sich nämlich die Beobachtungsserien für sieben Probeflächen *positiv*, für fünf Probeflächen oder $^2/_5$ der Beobachtungen *negativ* ein (**211**).

In die durch die Zoneneinteilung bestimmten Grenzen ordnen sich die Beobachtungen mit einer Ausnahme ein, und zwar umfasst die Ausnahme auch in diesem Falle nur einige Jahre (**211**).

209. Die auf den Beobachtungen fussenden *mittleren* Extremjahre sind für die beiden entgegengesetzte Vorzeichen aufweisenden Gruppen des Materiales zusammen bestimmt. Die Mittel sind in Tab. XLVIII mit den entsprechenden auf Grund der Gruppierung erhaltenen theoretischen Zeitpunkten verglichen.

Die Differenzen zwischen den theoretischen und beobachteten Zeitpunkten sind im 18. Jahrh. positiv, im 19. Jahrh. negativ. Die Grösse der Abweichungen ist recht unbedeutend, pro Zone im Durchschnitt + 0.8 und — 0.9 J. Wenn wir den ganzen Beobachtungszeitraum ins Auge fassen, gleichen sich die Abweichungen also aus.

210. Die aus den mittleren Extremjahren abgeleiteten Längen der Periode und halben Periode sind ebenfalls in Tab. XLVIII dargestellt.

Die mittlere Länge der Periode beträgt von den Maxima (Minima) und von den Minima (Maxima) gesondert gerechnet 75.20 und 74.75 oder 74. 98 J. Wenn wir die in Klammern gesetzte Zahl berücksichtigen, sind die zwei letzteren Werte entsprechend 72.43 und 73.82 J. Früher (**204**) erhielten wir als Gesamtwert der Periodenlänge 72.52 J.

Von den halben Perioden ist die eine im Durchschnitt 38.20 J., die andere durchschnittlich 36.35 J. oder, wenn wir die Zahl in Klammern mitrechnen, im Durchschnitt 34.23 J. Wegen der geringen Anzahl der Fälle lässt sich nicht beurteilen, ob die Differenz zwischen den Mitteln als signifikativ anzusehen ist oder nicht.

211. Die Maxima und Minima der 70-jährigen Wachstumsschwankungen sind für die Moore und Heiden gesondert für jede Probefläche in Tab. XLIX und L (**156**) dargestellt.

Dem als Ergebnis der Gruppierung erhaltenen Schema orden sich die untersuchten Moore, wenn wir Probefläche B.IV unberücksichtigt lassen positiv, alle untersuchten Heiden, ausser der erwähnten Moorfläche, negativ ein (**208**).

Die einzige Beobachtung, die aus den Grenzen der Zoneneinteilung fällt, (**157**) ist

L. I: Max. 1834 (—3).

Die Abweichung ist also verhältnismässig klein. Doch ist zu beachten, dass die Beobachtungsserie für die fragliche Probefläche, obgleich auch sie sich dem System einordnet, doch in ihrem Verlauf deutlich von den andere Serien des Materiales abweicht (207).

212. Mit Hilfe der die Extremwerte der Schwankungen für jede Probefläche darstellenden Tabellen lässt sich ein Vergleich zwischen dem Material für beide Standorte geben. Weil die Beobachtungsserien der Moore, die eine Ausnahme abgerechnet, sich dem Schema positiv einordnen, die Serien der Heiden dagegen alle negativ, liess sich der Vergleich einfach so anstellen, dass die Gruppen des Materiales mit entgegengesetzten Vorzeichen — wenn man von der abweichenden Moorfläche B. IV absieht — mit einander verglichen wurden. Tab. LI zeigt die so für die Moore und Heiden erhaltenen mittleren Extremjahre und die Längen der Periode mit einander verglichen (158).

Als mittlere Länge der Periode erhielten wir nach der Tabelle für die Moore aus den Maxima 73.40 J. und aus den Minima 76.35 J oder als Gesamtwert 74.88 J., für die Heiden entsprechend 72.25, 76.00 und 74.13 J. Wenn wir die in Klammern gesetzten Zahlen mitrechnen, beträgt die Länge der Periode auf den Mooren aus den Maxima, Minima und als Gesamtwert der Reihenfolge nach 77.00, 76.35 und 76.68 J., auf den Heiden entsprechend 71.33, 73.50 und 72.42 J. Die angeführten Zahlen scheinen darauf hinzudeuten, dass die mittlere Länge auf den Mooren bedeutend länger ist als auf den Heiden. Bei Beurteilung der Zuverlässigkeit des Resultates müssen wir jedoch berücksichtigen, dass die berechneten Mittel sich durchweg auf sehr spärliches Material gründen.

Die Differenz zwischen den mittleren Extremwerten der Moore und Heiden ist wie aus dem früher Gesagten hervorgeht, durchweg gleichgerichtet und entspricht in bezug auf ihre Grösse ungf. der halben Länge der Periode. Das Mittel der Differenzen beträgt von den Maxima gerechnet + 34.05 J. und von den Minima aus + 37.30 J. oder demnach als Gesamtwert + 35.68 J. Das Resultat bekräftigt also die früher ausgesprochene Behauptung, dass die Extremwerte der untersuchten Schwankungsperiode in den mit einander verglichenen Gruppen des Materiales im Durchschnitt gleichzeitig sind aber entgegengesetzte Vorzeichen haben.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

213. Um den Überblick zu erleichtern soll zum Schluss eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten bisher erhaltenen Resultate gegeben und gleichzeitig einige Momente, die bei der Deutung der Ergebnisse zu beachten sind, berührt werden.

Wir konnten feststellen, dass das Radialwachstum der Kiefer im Untersuchungsgebiet gleichartige, mehrjährige Schwankungen aufweist, die man in klimatologischem Sinne als 7-, 11-, 21-, 35- *und* 70-*jährige Schwankungen bezeichnen kann.* In dem untersuchten Material liessen sich ausserdem einerseits eine ganz kurze, 2—3 Jahre dauernde Schwankungsperiode feststellen, anderseits solche Perioden, die bedeutend länger als die behandelten Schwankungen waren, in erster Linie eine 105-jährige Schwankungsperiode.

214. Im Mittelpunkt des hier veröffentlichten Teiles meiner Untersuchung steht die Länge der vieljährigen Schwankungen. Die mittlere Länge der Schwankungszeiträume ist mit Hilfe verschiedener Berechnungsgrundlagen festgestellt. In Tab. III sind die Ergebnisse, die besonders bezeichnend sind, mit einander verglichen.

Bei Musterung der Tabelle wollen wir zunächst den die Standorte zusammen vertretenden Zahlen unsere Aufmerksamkeit zuwenden. Wir stellen dabei fest, dass wir sowohl mit Hilfe der auf Grund der Analyse erhaltenen Mittelwerte (Punkt 1 u. 2) wie auch der Frequenzserien (Punkt 3 u. 4) zu ungf. demselben Resultat gelangen, mag nun die Länge der Periode oder der halben Periode der Ausgangspunkt sein. Als Gesamtwerte lassen sich entsprechend die folgenden Zahlengruppen (a) und (b) ansehen. Die aus den mittleren Extremjahren abgeleiteten Längen der Periode (Punkt 5) sind dagegen durchgehends recht verschieden gross, je nachdem ob bei ihrer Berechnung die in Klammern gesetzten Zahlen berücksichtigt sind oder nicht (Gruppen (c) und (d) in der folgenden Zusammenstellung). Demnach können wir die auf Grund verschiedener Berechnungsweisen erhaltenen Schwankungszeiten vergleichen, wenn wir die Zusammenstellung auf S. 172 u. mustern.

Diese Zusammenstellung zeigt, dass die auf verschiedene Weise abgeleiteten Zahlen in vielen Fällen beträchtlich von einander abweichen. Der wichtigste Faktor ist dabei ohne Zweifel die Tatsache, *dass die Länge der Schwankungsperioden systematisch mit der Zeit sich so verändert, dass die Länge der Periode in ziemlich langen Zeitabschnitten im Durchschnitt entweder verhältnismässig gross oder relativ klein bleibt.* Das zeigt nämlich gerade die bei der Musterung der obigen Gruppierungsergebnisse in bezug auf jede Schwankungsperiode gemachte Feststellung, dass die Differenz zwischen den theoretischen und beobachteten Werten während der 50—150 Jahre umfassenden Zeiträume im grossen und ganzen die gleichen Vorzeichen behalten hat (**169, 178, 189, 199, 209**). Demnach kommt man natürlich bei Untersuchung verschiedener Beobachtungszeiträume oder bei ungleicher rechnerischer Behandlung der Beobachtungen eines bestimmten Beobachtungszeitraumes zu Mitteln, die von einander abweichen. (— Die systematischen Veränderungen der Längen der verschiedenen Schwankungsperioden gedenkt Verf. in anderem Zusammenhang durch unmittelbares Vergleichen der beobachteten Serien mit einander aufzuzeigen, wobei ich zu genaueren Ergebnissen als hier zu gelangen hoffe.)

Die analysierten Angaben verteilen sich in der Hauptsache auf die drei letzten Jahrhunderte. Die Beobachtungen für das 17. Jahr. sind verhältnismässig gering an Zahl, die für das folgende Jahrhundert bedeutend zahlreicher und die für das 19. Jahrh. am häufigsten. Demnach sind die Werte der Zahlengruppen (a) und (b) hauptsächlich durch die Angaben für das 19. Jahrh. bestimmt worden. Diese Einwirkung der bestimmte Zeitabschnitte vertretenden Beobachtungen auf das Resultat ist durch Berechnung der Länge der Schwankungsperioden mit Hilfe der mittleren Extremjahre eliminiert worden. Aus den so abgeleiteteten Ergebnissen sind jedoch die Werte der Zahlengruppe (c) durch Nichtberücksichtigung grosser Teile des Beobachtungszeitraumes bestimmt. Die Werte der Zahlengruppe (d) fussen allerdings auf stellenweise sehr lückenhaften Angaben, doch können wir in Anbetracht der Länge des Beobachtungszeitraumes annehmen, dass die verschieden gerichteten Abweichungen sich höchst wahrscheinlich ausgleichen. Wir kommen so zu der Schlussfolgerung, dass in bezug auf das gesamte untersuchte Material und den ganzen Beobachtungszeitraum das durch die Zahlengruppe (d) ausgedrückte Ergebnis als am bezeichnendsten anzusehen ist. Es lässt sich also sagen, *dass die mittleren Längen der Schwankungsperioden in den zwei oder drei letzten Jahrhunderten ungf. die Werte* $7\,^1/_3$ $10\,^1/_2$, 21, $36\,^1/_2$ *und* $73\,^2/_3$ *zeigen.*

Besonders interessant ist die Feststellung, dass zwischen den mittleren Längen der

verschiedenen Schwankungsperioden in vielen Fällen das denkbar einfachste numerische Verhältnis herrscht. So beträgt die zweite Schwankungsperiode genau die Hälfte von der dritten und die vorletzte ungf. die Hälfte von der vorhergehenden; die kürzeste Schwankungsperiode ist fast genau fünfmal in der vorletzten und zehnmal in der letzten enthalten. Beiläufig sei noch erwähnt, dass wir eine 105-jährige Schwankungsperiode durch Multiplikation der $10^1/_2$-jährigen mit zehn oder der 21-jährigen mit fünf erhalten. (— Die gegenseitigen Beziehungen der Längen der Schwankungsperioden sollen in einer späteren Veröffentlichung zur Erörterung gestellt werden.)

215. Wir mustern jetzt die Resultate für jeden Wuchsraum gesondert. Die Bemerkungen anlässlich der auf verschiedene Weise bestimmten Gesamtwerte der mittleren Längen der Schwankungsperioden lassen sich direkt auch auf die Werte für die Moore und Heiden anwenden. Demnach ist es bei einem Vergleich der Länge der Schwankungsperioden auf beiden Standorten am angebrachtesten Zahlen zu verwenden, die mit Hilfe der mittleren Extremjahre abgeleitet und speziell mit Berücksichtigung der gesamten Beobachtungszeiträume berechnet sind. So erhalten wir die Zusammenstellung auf S. 174.

Die nur die längste Schwankungsperiode betreffenden Zahlen unterscheiden sich also merkbar von einander. Diesen Unterschied können wir jedoch ruhig als zufällig ansehen, denn der Beobachtungszeitraum ist in diesem Falle mit der Länge der Schwankungsperiode verglichen sehr kurz. Wir dürfen deshalb folgern, *dass die mittleren Längen der Schwankungsperioden auf den verschiedenartigen Standorten jedesmal gleich gross sind.*

Signifikative Abweichungen zwischen den beide Standorte vertretenden Teilen des Materiales liessen sich dagegen bei Vergleichung der mittleren Zeitpunkte der Extremwerte feststellen. Zwar konnten wir den Vergleich nicht bis auf die längste Schwankungsperiode ausdehnen, aber auf Grund der Resultate, die für die anderen Perioden erhalten wurden, können wir sagen, *dass die entsprechenden Extremwerte der Schwankungsperioden auf den Mooren im Durchschnitt etwas (im allgemeinen ein oder ein paar Jahre) früher eingetreten sind als auf den Heiden.*

Doch ist zu beachten, dass bei einer genauen Vergleichung der Serien für die einzelnen Probeflächen mit einander und mit den für das gesamte Material erhaltenen Mitteln sich wahrscheinlich signifikative Abweichungen ergeben, die sich als charakteristisch für die einzelnen Teile oder Gruppen des Materiales erweisen. Darauf deuten schon die häufigen im Zusammenhang mit der Behandlung gemachten Beobachtungen hin, auf Grund deren wir folgern können, *dass das Eintreten der entsprechenden Extremwerte der Schwankungsperioden zu verschiedenen Zeiten auch von der verschiedenartigen geographischen Lage abhängig ist.* (— Die eingehende Analyse des Materiales auf Grund der geographischen Lage der Probeflächen gehört am besten in den Rahmen einer später zu veröffentlichenden Untersuchung, in der durch Vergleichung der Parallelerscheinungen der Periodizität der Wachstumsserien in meteorologischem u.a. Materiale versucht werden soll die Gründe für die Periodizität des Wachstums aufzuzeigen.)

216. Zum Schluss möge noch der Umfang der Schwankungsperioden mit ein paar Worten berührt werden. Die Grösse der Amplituden der Schwankungsperioden lässt sich mit Hilfe der in Tab. LIII zusammengestellten Angaben vergleichen.

Die mittlere Amplitude ist sowohl aus dem Mittel für die Analysen wie aus den Frequenzserien für den Umfang der Amplitude im grossen und ganzen jedesmal gleich gross.

Absolut sind die 70- und 35-jährigen Schwankungen am weitesten, die 21-jährigen

etwas enger und die 11- und 7-jährigen am engsten. Als Gesamtwerte der Amplituden können wir entsprechend 0.45, 0.41 und 0.37 mm angeben. Wie sich aus diesen Zahlen schliessen lässt, ist die *relative* Bedeutung der einzelnen Schwankungsperioden ganz entgegengesetzt — im Hinblick auf die Länge der Schwankungsperioden ist die Amplitude der kürzesten Periode am stärksten, die der längsten am schwächsten.

Die mittlere Amplitude ist, wenn wir die 7- und 11-jährigen Schwankungen mustern, wie zu erwarten war, auf den Mooren bedeutend kleiner als auf den Heiden. Fassen wir dagegen die längeren Schwankungsperioden ins Auge, so liegt das Verhältnis eher umgekehrt. Wir können deshalb das letztere Resultat kaum als signifikativ ansehen, sondern müssen es vielmehr durch die zufällige Zusammensetzung des Materiales für beide Standorte erklären.

Auch haben wir daran zu denken, dass die auf Grund des verwandten graphischen Ausgleichungsverfahrens erhaltenen Amplituden nicht (wenigstes nicht allgemein) *rein* im eigentlichen Sinne sind, m.a.W. nicht als solche die Stärke der Schwankungen der jedesmal in Frage stehenden Periode zeigen. Die Grösse der Amplitude einer bestimmten Schwankungsperiode wird nämlich (steigernd oder schwächend) einerseits durch die allgemeine (steigende oder fallende) Entwicklungsrichtung (1) in dem untersuchten Zeitraum, anderseits durch die gleichzeitige individuelle Entwicklung anderer (längerer oder kürzerer als der untersuchten) Schwankungsperioden bestimmt. Doch dürften die mitgeteilten Angaben ein wenigstens vorläufig genügend sicheres Allgemeinbild über den Umfang der untersuchten Schwankungen geben. (— In dem vorliegenden Teile meiner Untersuchung habe ich es nicht als nötig angesehen die Amplituden des Materiales zu »reinigen», eine Aufgabe, die am besten später in anderem Zusammenhang, bei einer Untersuchung der gegenseitigen Beziehungen der Schwankungsperioden im allgemeinen und ihrer Interferenz im besonderen vorzunehmen ist.)

In diesem Zusammenhange sei auf Bild VIII und IX hingewiesen, die zwei untersuchte Schnitte zeigen. Das erste Bild zeigt deutlich die 11-jährigen, das letztere die 35-jährigen Wachstumsschwankungen.

217. In dem vorliegenden Teile meiner Untersuchung habe ich mich auf die Feststellung des Dickenwachstums der Kiefer und zwar speziell des Basalstammteiles beschränkt. Meine frühere Untersuchung auf Grund von Material aus Mittel-Österbotten hat gezeigt, dass die Periodizität des Wachstums deutlich durch den Stamm zu verfolgen ist und demnach auch im Verlauf des Längen- und Volumenwachstums sich feststellen lässt und dass ausserdem das Wachstum der *Fichte (und Birke)* gleichartigen periodischen Schwankungen folgt (3). Meine Untersuchung hat ausserdem erwiesen, dass die vieljährigen Wachstumsschwankungen sich nicht auf die zu einer bestimmten Baumklasse gehörenden Stämme einschränken, sondern auch in bezug auf den Gesamtbestand festzustellen sind. Früher ausgeführte Unersuchungen (6) berechtigen dazu die erhaltenen Ergebnisse auf die *Nadel- und Laubbäume* im allgemeinen auszudehnen. (Das Gesagte betrifft natürlich nur die Periodizität an sich — die Untersuchung hat ja erwiesen, dass die Periodizität unter verschiedenen Verhältnissen sich verschieden zeigt, z.B. was die deutlicher auftretende Periode, die Stärke der Schwankungen, die Zeit des Eintretens der Extremjahre u.s.w. betrifft.) Demnach können wir folgern, *dass die vieljährigen Wachstumsschwankungen der Bäume bei Untersuchungen über das Wachstum im allgemeinen als Fehlerquelle zu berücksichtigen sind.* (— Die Bedeutung der vieljährigen Schwankungen als störenden Faktor bei Untersuchungen über das Wachstum gedenke ich in einer später vorzulegenden Arbeit nachzuweisen.)

Tabellen im Text.

Seite

I. Die mittleren Periodenlängen der vieljährigen Wachstumsschwankungen aus den Analysen abgeleitet 94

II. Die Analysen für die 11-jährigen Wachstumsschwankungen auf den Mooren 100

III. Die Analysen für die 11-jährigen Wachstumsschwankungen auf den Heiden 101

IV. Die Länge der Periode in den Analysen der 11-jährigen Wachstumsschwankungen 102

V. Die Länge der halben Periode in den Analysen der 11-jährigen Wachstumsschwankungen 102

VI. Die Länge der halben Periode bei dem kleinen und grossen Periodentyp der 11-jährigen Wachstumsschwankungen 105

VII. Die Länge der Periode bei dem kleinen und grossen Periodentyp der 11-jährigen Wachstumsschwankungen 106

VIII. Die Amplitude der 7-jährigen Wachstumsschwankungen 107

IX. Die Extremjahre der 7-jährigen Wachstumsschwankungen auf Grund einer 22-jährigen Gruppierung ..... 108—109

X. Die mittleren Extremjahre der 7-jährigen Wachstumsschwankungen mit den entsprechenden auf Grund der 22-jährigen Gruppierung erhaltenen theoretischen Zeitpunkten verglichen .....110—111

XI. Die mittleren Extremjahre der 7-jährigen Wachstumsschwankungen sowie die mittleren Längen der Periode und halben Periode .....113—114

XII. Die einander entsprechenden Extremwerte der 7-jährigen Wachstumsschwankungen auf den einzelnen Probeflächen der Moore ..... 116—117

XIII. Die einander entsprechenden Extremwerte der 7-jährigen Wachstumsschwankungen auf den einzelnen Probeflächen der Heiden ..... 118—119

XIV. Die mittleren Extremjahre der 7-jährigen Wachstumsschwankungen und die Längen der Periode auf den Mooren und Heiden mit einander verglichen ..... 120—121

XV. Die Amplitude der 11-jährigen Wachstumsschwankungen 122

XVI. Die Extremjahre der 11-jährigen Wachstumsschwankungen auf Grund einer 21-jährigen Gruppierung ..... 124—125

XVII. Die mittleren Extremjahre der 11-jährigen Wachstumsschwankungen verglichen mit den entsprechenden auf Grund der 21-jährigen Gruppierung erhaltenen theoretischen Zeitpunkten ..... 126—127

XVIII. Die mittleren Extremjahre der 11-jährigen Wachstumsschwankungen sowie die mittleren Längen der Periode und halben Periode 128—129

XIX. Die einander entsprechenden Extremwerte der 11-jährigen Wachstumsschwankungen auf den einzelnen Probeflächen der Moore .... 130—131
XX. Die einander entsprechenden Extremwerte der 11-jährigen Wachstumsschwankungen auf den einzelnen Probeflächen der Heiden .... 132—133
XXI. Die mittleren Extremjahre der 11-jährigen Wachstumsschwankungen und die Längen der Periode auf den Mooren und Heiden mit einander verglichen 135
XXII. Die Analysen für die 21-jährigen Wachstumsschwankungen auf den Mooren 137
XXIII. Die Analysen für die 21-jährigen Wachstumsschwankungen auf den Heiden 138
XXIV. Die Periodenlänge der 21-jährigen Wachstumsschwankungen 139
XXV. Die Länge der halben Periode der 21-jährigen Wachstumsschwankungen 139
XXVI. Die Amplitude der 21-jährigen Wachstumsschwankungen 140
XXVII. Die Extremjahre der 21-jährigen Wachstumsschwankungen auf Grund einer 22-jährigen Gruppierung ..... 142—143
XXVIII. Die mittleren Extremjahre der 21-jährigen Wachstumsschwankungen mit den entsprechenden auf Grund der 22-jährigen Gruppierung erhaltenen theoretischen Zeitpunkten verglichen sowie die mittleren Längen der Periode und halben Periode 144
XXIX. Die einander entsprechenden Extremwerte der 21-jährigen Wachstumsschwankungen auf den einzelnen Probeflächen der Moore .... 146—147
XXX. Die einander entsprechenden Extremwerte der 21-jährigen Wachstumsschwankungen auf den einzelnen Probeflächen der Heiden .... 146—147
XXXI. Die mittleren Extremjahre der 21-jährigen Wachstumsschwankungen und Längen der Periode auf den Mooren und Heiden mit einander verglichen 148
XXXII. Die Analysen für die 35-jährigen Wachstumsschwankungen auf den Heiden 150
XXXIII. Die Analysen für die 35-jährigen Wachstumsschwankungen auf den Mooren 151
XXXIV. Die Länge der Periode der 35-jährigen Wachstumsschwankungen .. 152
XXXV. Die Länge der halben Periode der 35-jährigen Wachstumsschwankungen 152
XXXVI. Die Amplitude der 35-jährigen Wachstumsschwankungen 153
XXXVII. Die Extremjahre der 35-jährigen Wachstumsschwankungen auf Grund einer 37-jährigen Gruppierung ..... 154—155
XXXVIII. Die mittleren Extremjahre der 35-jährigen Wachstumsschwankungen mit den entsprechenden auf Grund der 22-jährigen Gruppierung erhaltenen theoretischen Zeitpunkten verglichen sowie die mittleren Längen der Periode und halben Periode 157
XXXIX. Die einander entsprechenden Extremwerte der 35-jährigen Wachstumsschwankungen auf den einzelnen Probeflächen der Moore ..... 158—159
XL. Die einander entsprechenden Extremwerte der 35-jährigen Wachstumsschwankungen auf den einzelnen Probeflächen der Heiden .... 158—159
XLI. Die mittleren Extremjahre der 35-jährigen Wachstumsschwankungen

sowie die Längen der Periode auf den Mooren und Heiden mit einander verglichen 161
XLII. Die Analysen für die 70-jährigen Wachstumsschwankungen auf den Mooren 162
XLIII. Die Analysen für die 70-jährigen Wachstumsschwankungen auf den Heiden 163
XLIV. Die Länge der Periode der 70-jährigen Wachstumsschwankungen 164
XLV. Die Länge der halben Periode der 70-jährigen Wachstumsschwankungen 164
XLVI. Die Amplitude der 70-jährigen Wachstumsschwankungen 165
XLVII. Die Extremjahre der 70-jährigen Wachstumsschwankungen auf Grund einer 73-jährigen Gruppierung ..... 166—167
XLVIII. Die mittleren Extremjahre der 70-jährigen Wachstumsschwankungen mit den entsprechenden auf Grund der 73-jährigen Gruppierung erhaltenen theoretischen Zeitpunkten verglichen sowie die mittleren Längen der Periode und halben Periode 167
XLIX. Die einander entsprechenden Extremwerte der 70-jährigen Wachstumsschwankungen auf den einzelnen Probeflächen der Moore 168
L. Die einander entsprechenden Extremwerte der 70-jährigen Wachstumsschwankungen auf den einzelnen Probeflächen der Heiden 168
LI. Die mittleren Extremjahre der 70-jährigen Wachstumsschwankungen und Längen der Periode auf den Mooren und Heiden mit einander verglichen 169
LII. Die mittlere Länge der Schwankungsperioden auf verschiede Weise bestimmt 172
LIII. Die mittlere Amplitude der Schwankungsperioden auf verschiedene Weise bestimmt 175

Verzeichnis der in den Zusammenstellungen und Tabellen vorkommenden Ausdrücke.

(Finnisch u. deutsch.)

aikakausi Zeitabschnitt
aineisto Material
ajankohdat Zeitpunkte (Jahre)
amplitudin suuruuden esiintymisrunsaus Frequenz der Amplitudengrösse
asema metsikössä Stellung im Bestand

erittely Analyse
erittelyiden lukumäärä Anzahl der Analysen
erotus Differenz

hyljättyjä puita ausgeschiedene Stämme

kankaat Heiden
kasvupaikka Standort
kasvupaikkojen ja metsiköiden kuvaukset Beschreibungen der Standorte und Bestände

kauden keskus Mitte des Zeitraumes
keskimäärä Mittel
keskimäärin durchschnittlich
keskimääräiset ääriarvokohdat mittlere Extremjahre

ikä Alter

jakso Periode (jakson keskipituus erittelyittäin mittlere Länge der Periode auf Grund der Analysen; jakson pituus vuosissa Länge der Periode in Jahren; jakson pituuden esiintymisrunsaus Frequenz der Periodenlänge)

koeala (koekohta) Probefläche; k. kankailta-soilta Pr. von Heiden-Mooren.
koepuu Probestamm
koepuita koskevat tiedot Angaben über die Probestämme

maksimeista von den Maxima
metsikkö Bestand
metsikön kuutio ha:lla Bestandesvolumen pro ha
minimeistä von den Minima
minimistä maksimiin vom Minimum zum Maximum
mitattuja puita gemessene Stämme
muistutuksia Bemerkungen
määräämisperuste Berechnungsgrundlage

pieni tyyppi — suuri tyyppi kleiner — grosser Typ
pituus, m. Länge in m
puolijakso halbe Periode
puolijakson pituuden vaihteluväli v. (keskimäärä v.) Schwankungsintervall (Mittel) der Länge der halben Periode in J.
puu Baum, Stamm; puun n:o Nummer des Stammes

rinnankorkeusdiametri Brusthöhendurchmesser

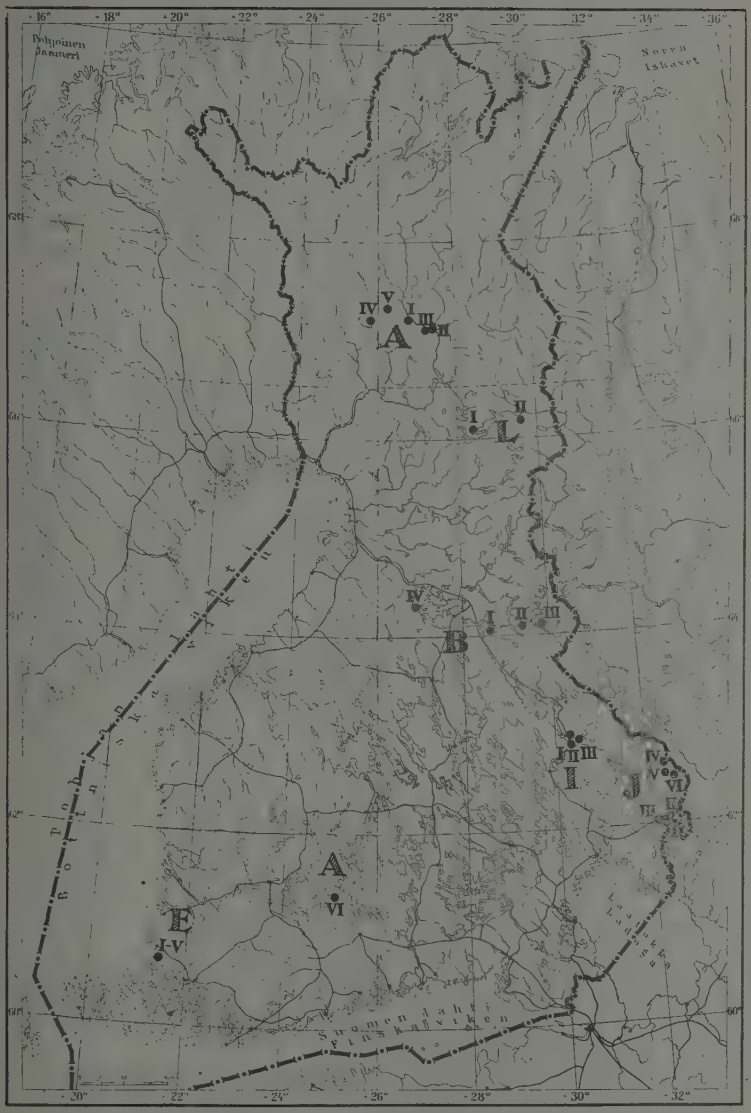
sarjan merkintä Bezeichnung der Serie
suomaat Moore

tuoreita mäntyjä kaikkiaan Gesamtzahl der frischen Kiefern
tutkittu ajanjakso untersuchter Zeitabschnitt
tutkittuja puita untersuchte Stämme

v. Jahr.
vaihtelu Schwankung; 7-vuotiset vaihtelut 7-jährige Schwankungen
vaihtelukausi Schwankungsperiode
vaihteluväli Schwankungsintervall
vallitseva herrschend; vallitsevan metsän ikä Alter des herrschenden Waldes
vallittu beherrscht
valokuvat (photographische) Abbildungen
valtapuiden pituus Länge der herrschenden Bäume

yhteensä zusammen

KARTTA JA VALOKUVAT.

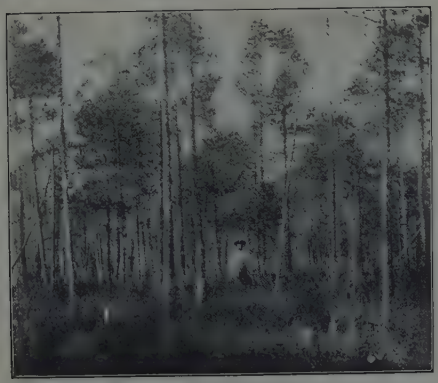


Tutkimuskohdat osoittava kartta (43).

I

II

III



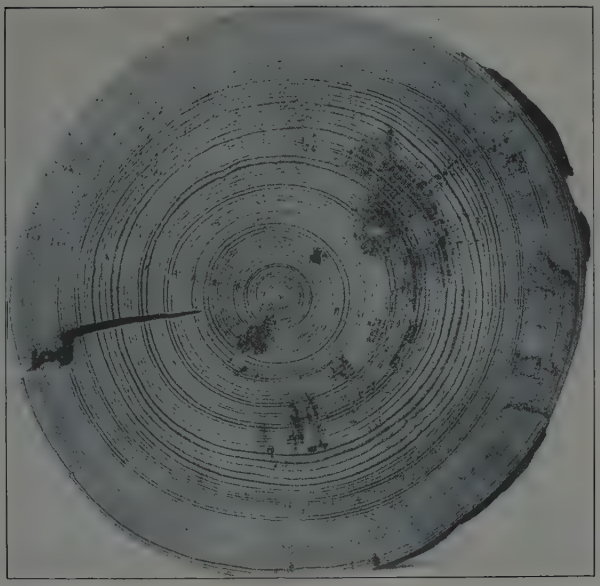
I valokuva. Koekohta B.II: kanerva-räme, Kuhmon hoitoalue.
II valokuva. Koekohta B.III: vaivaiskoivu-ruoho-korpiräme, Kuhmon hoitoalue.
III valokuva. Koekohta B.IV: mustikka-korpiräme, Kajaanin hoitoalue.

IV

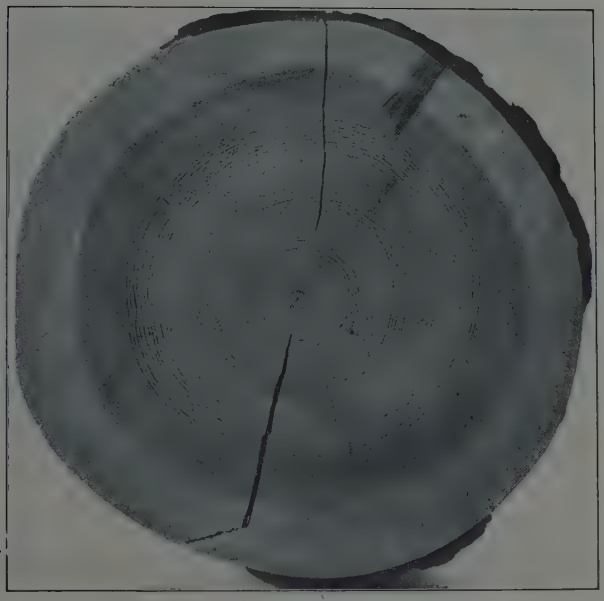
V

IV valokuva. Leikkaus B.IV.64.1,3. N. $^2/_3$ luonn. kokoa.
V valokuva. Leikkaus B.'V.24.1,3. N. $^2/_3$ luonn. kokoa.

VI



VII



VI valokuva. Leikkaus B.I.5.1,a. N. $^4/_5$ luonn. kokoa.
VII valokuva. Leikkaus B.III.15.1,a. N. $^2/_5$ luonn. kokoa.

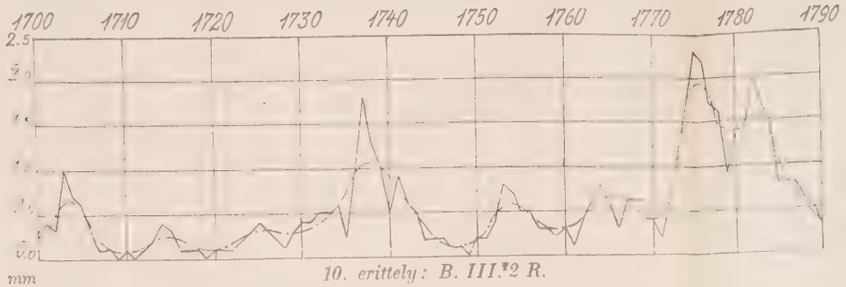
VIII

IX

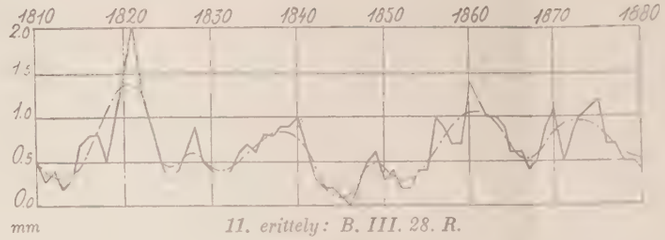
VIII valokuva. Osa leikkauksesta B.I.5.1,3. N. $^{3}/_{1}$ luonn. kokoa.
IX valokuva. Osa leikkauksesta B.III.15.1,3. N. $^{3}/_{2}$ luonn. kokoa.

HAVAINNOLLISET ESITYKSET.

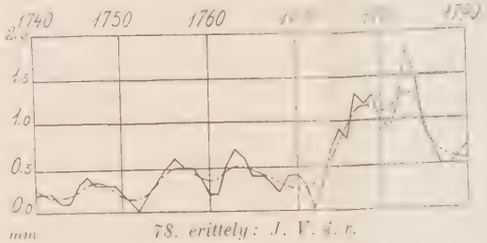
Kasvun 7-vuotiset ja 11-vuotiset vaihtelut suomailla (1).



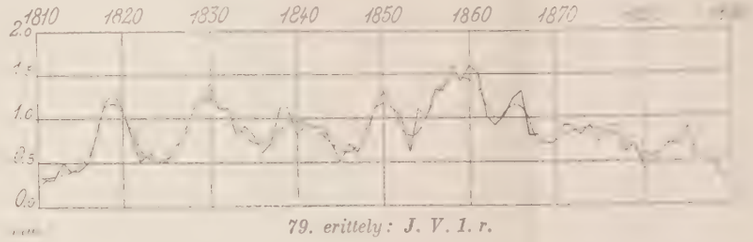
10. erittely: B. III.[1]*2 R.*



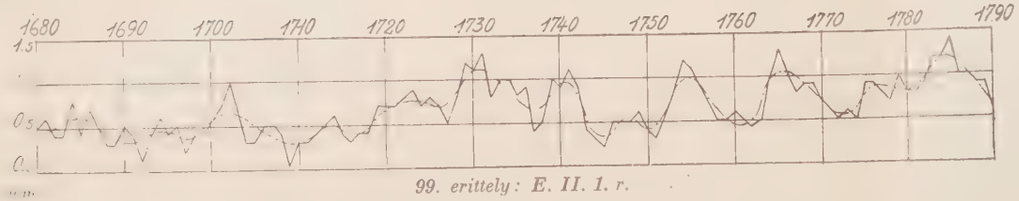
11. erittely: B. III. 28. R.



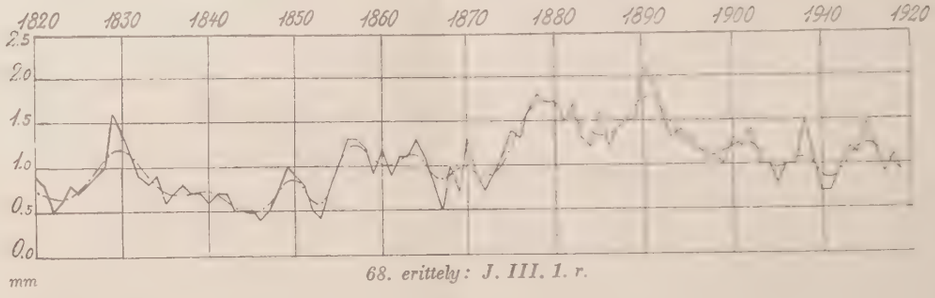
78. erittely: J. V. 4. r.



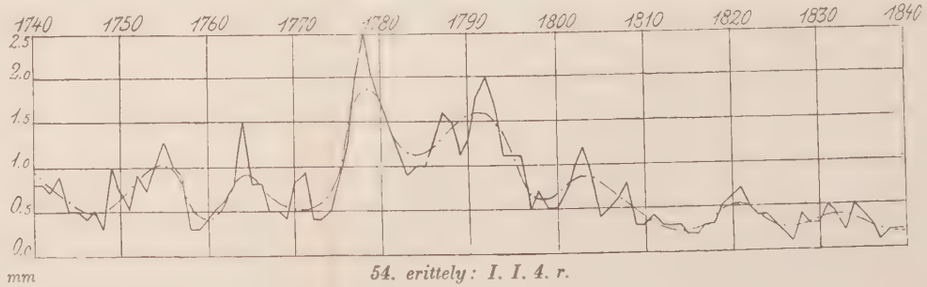
79. erittely: J. V. 1. r.



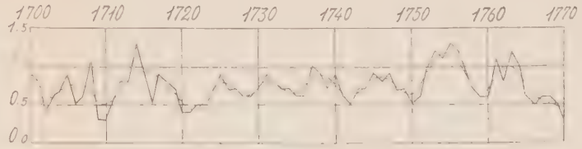
99. erittely: E. II. 1. r.



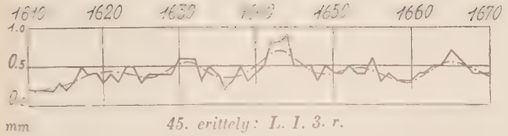
68. erittely: J. III. 1. r.



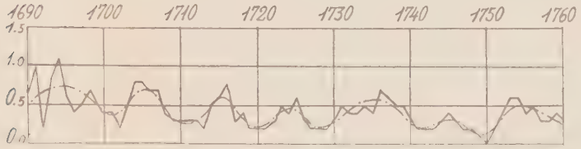
54. erittely: I. I. 4. r.



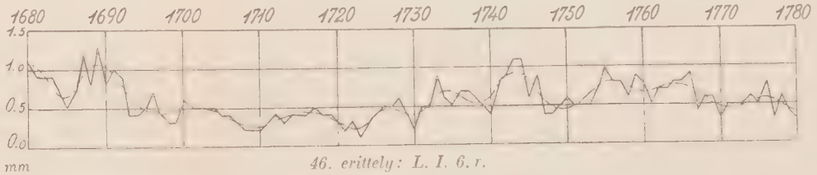
35. erittely: A. V. 6. r.



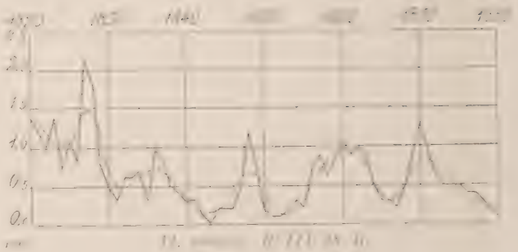
45. erittely: L. I. 3. r.

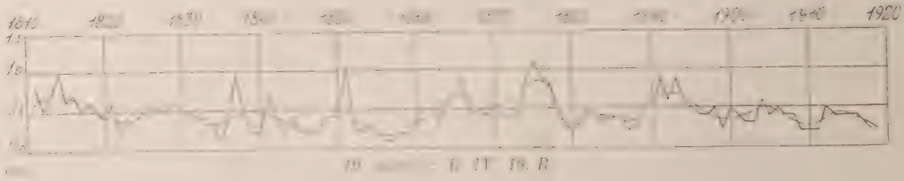


9 erittely: B. III. 8. r.

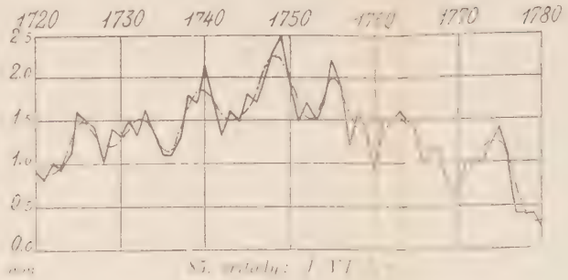


46. erittely: L. I. 6. r.

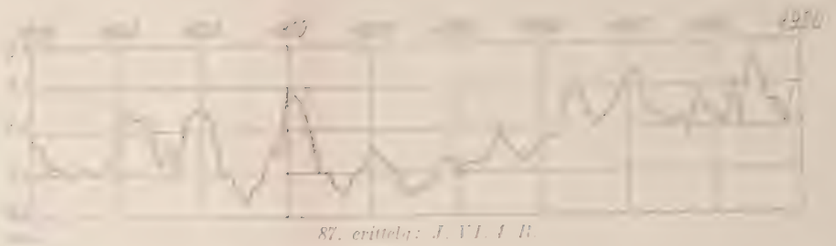




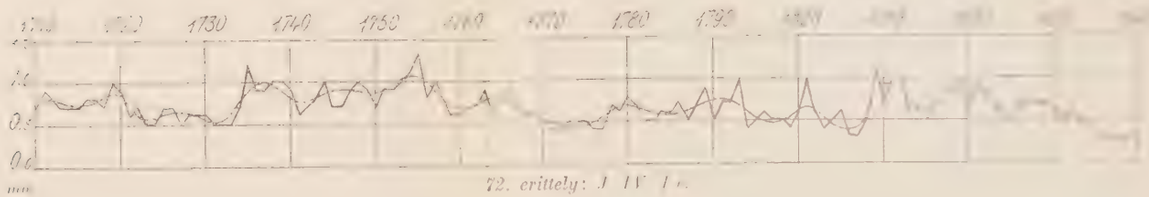
Kasvun 7-vuotiset ja 11-vuotiset vaihtelut kankailla (1).



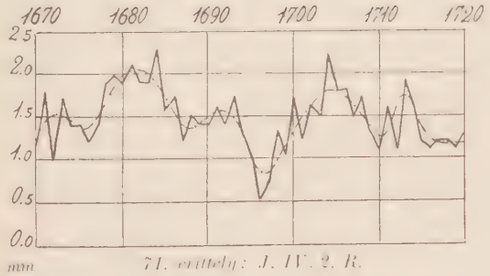
56. erittely: I. VI. 1. R.



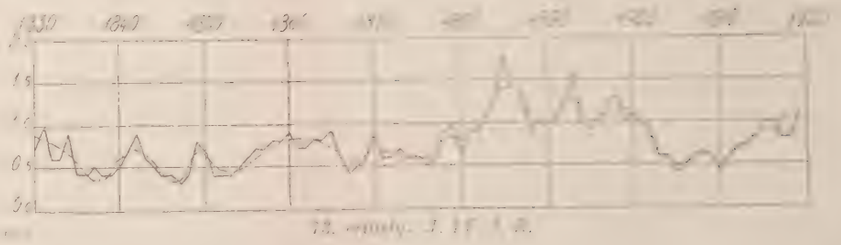
87. erittely: J. VI. 1. R.



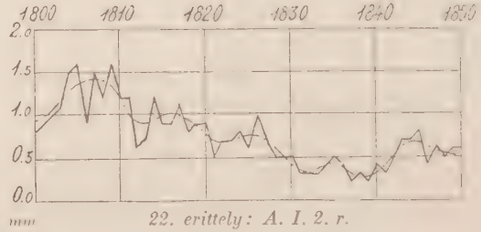
72. erittely: J. IV. 1. r.



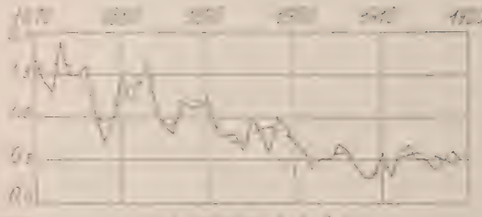
71. erittely: J. IV. 2. R.



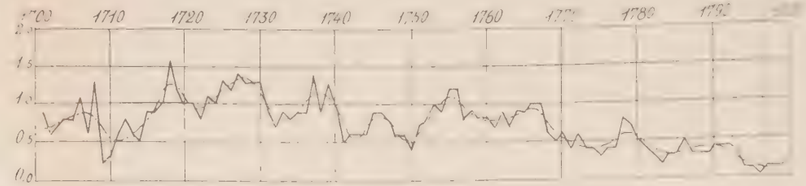
73. erittely: J. IV. 3. R.



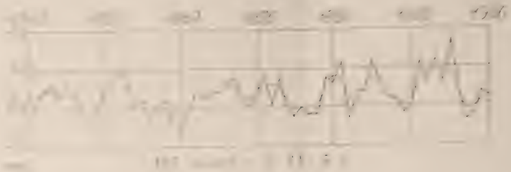
22. erittely: A. I. 2. r.

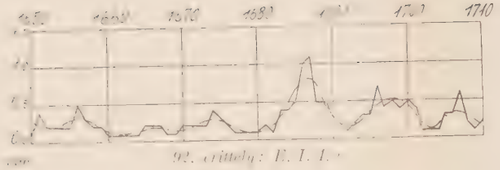


Eräsuun 7-vuotiset ja 11-vuotiset vaihtelut kankailla (2).

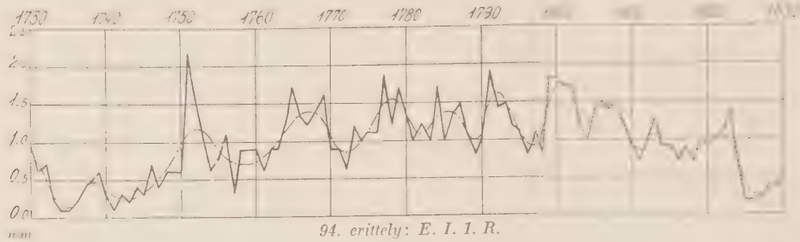


29. erittely: A III. 6. r.

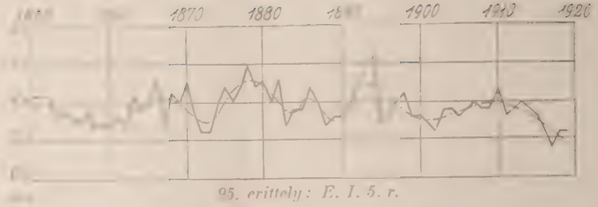




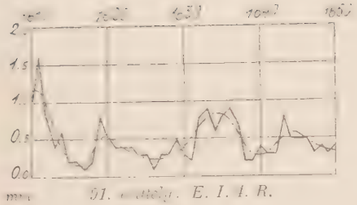
92. erittely: E. I. 1. r.



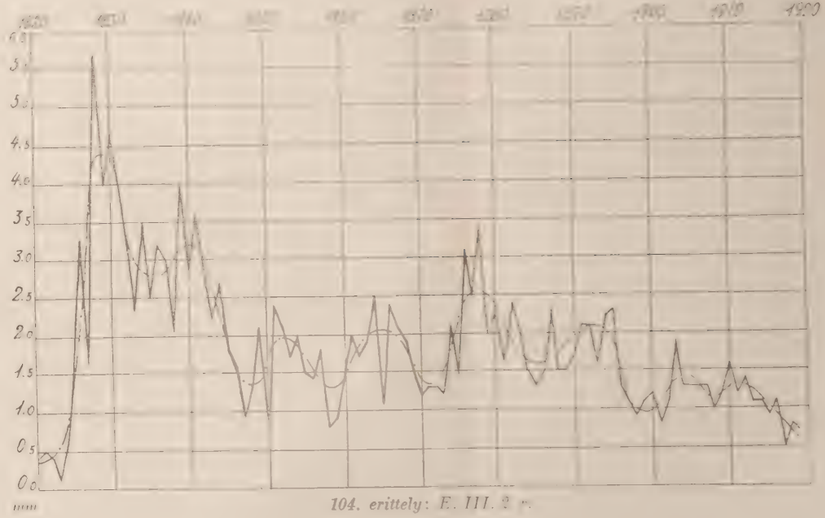
94. erittely: E. I. 1. R.



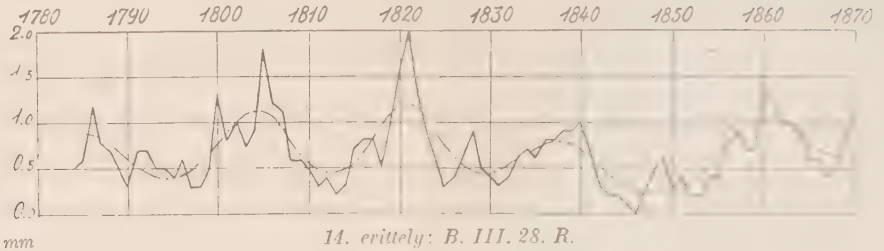
95. erittely: E. I. 5. r.



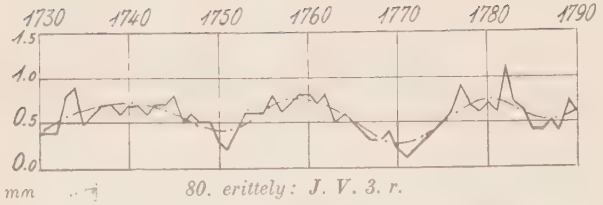
91. erittely: E. I. 1. R.



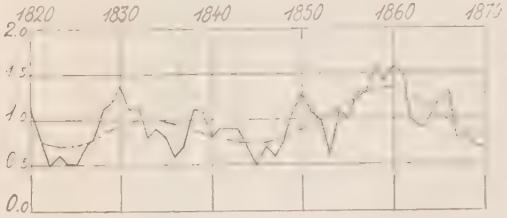
104. erittely: E. III. 2 r.



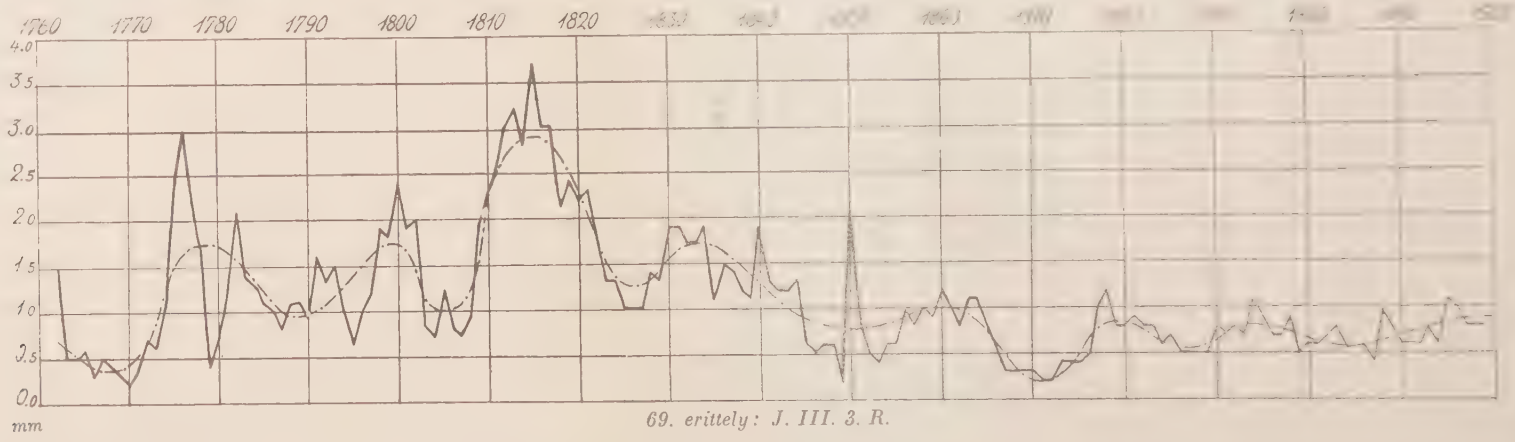
11. erittely: B. III. 28. R.



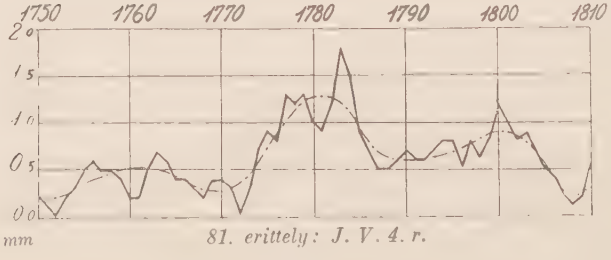
80. erittely: J. V. 3. r.



82. erittely: J. V. 1. r.

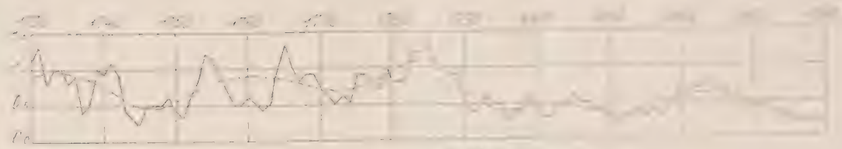


69. erittely: J. III. 3. R.

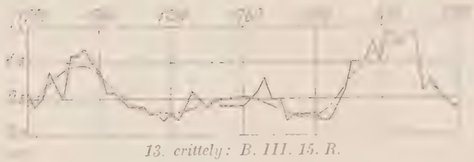


81. erittely: J. V. 4. r.

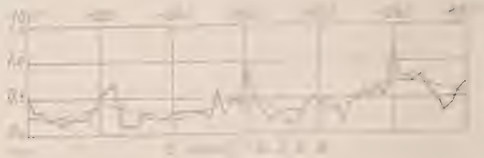
21-vuotiset vaihtelut suomailla (2).

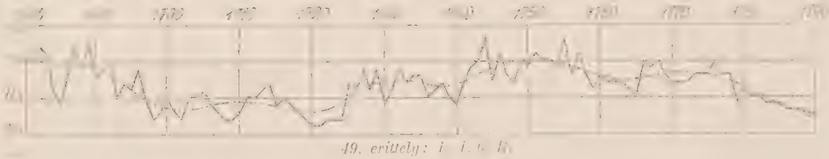


100. erittely: [illegible]

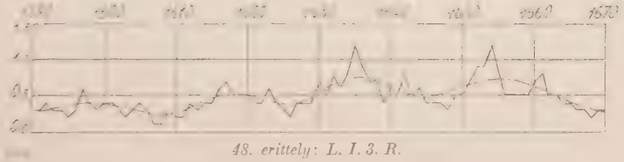


13. erittely: B. III. 15. R.

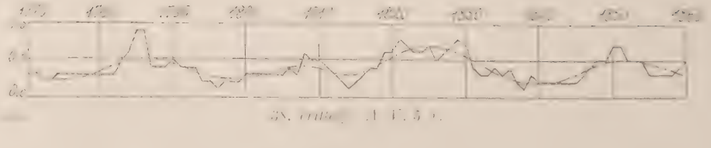




49. erittely: [illegible]

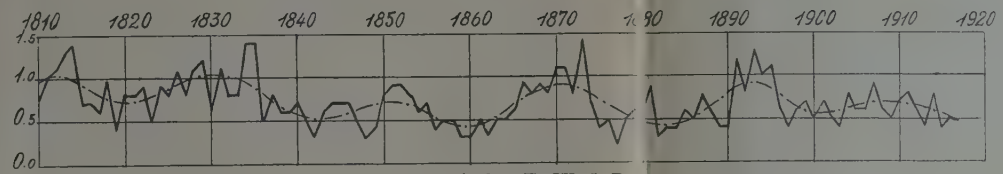


48. erittely: L. I. 3. R.

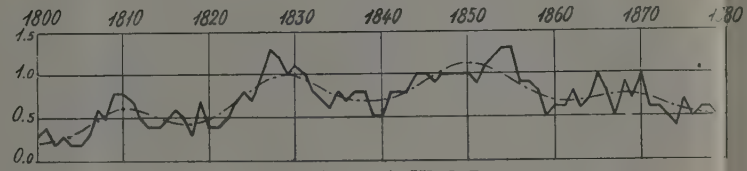


58. erittely: [illegible]

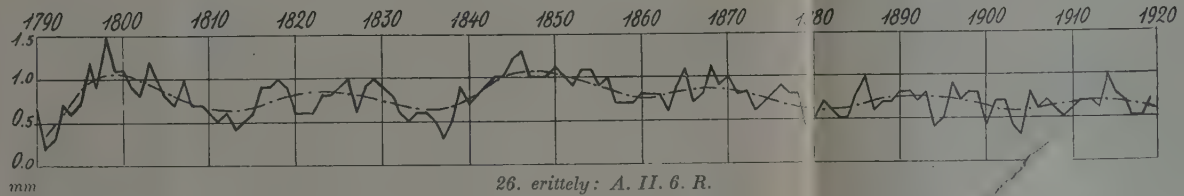
Kasvun 21-vuotiset vaihtelut kankailla (1).



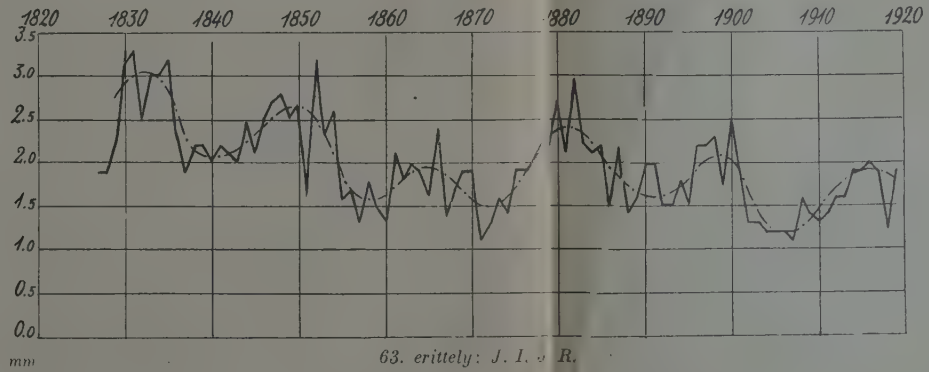
106. erittely: E. IV. 5. R.



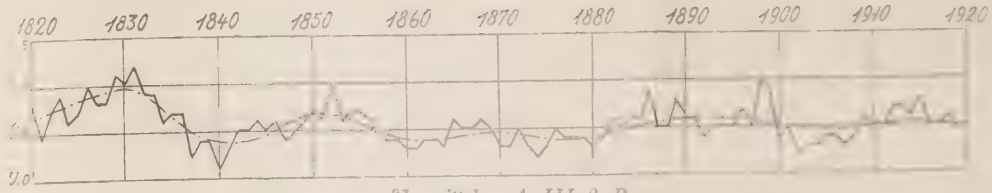
33. erittely: A. IV. 5. R.



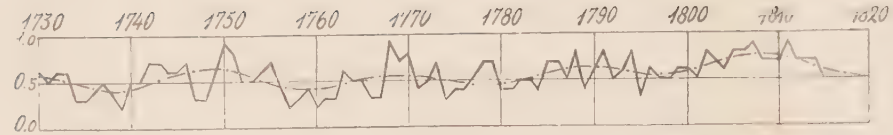
26. erittely: A. II. 6. R.



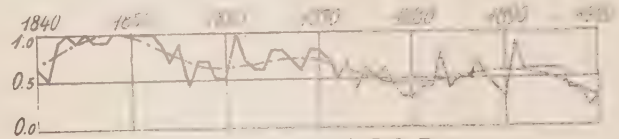
63. erittely: J. I. 3 R.



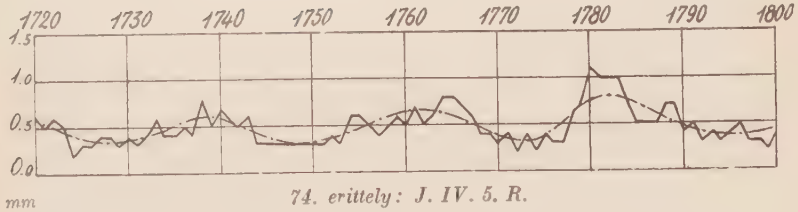
31. erittely: A. III. 2. R.



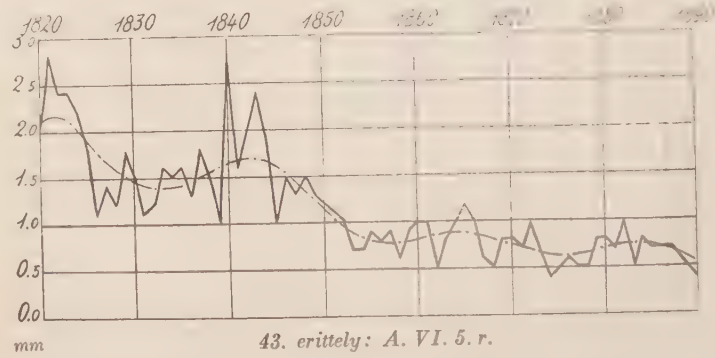
96. erittely: E. I. 5. R.



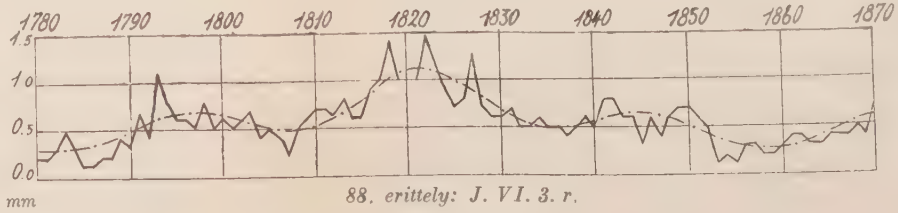
24. erittely: A. I. 2. R.



74. erittely: J. IV. 5. R.

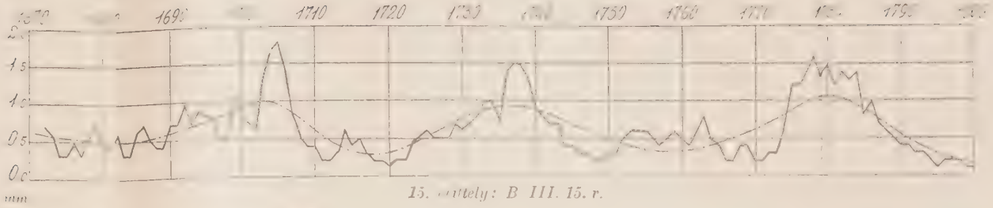


43. erittely: A. VI. 5. r.

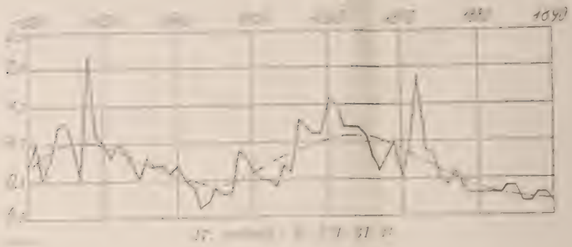


88. erittely: J. VI. 3. r.

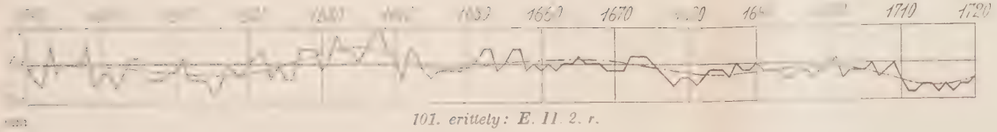
Kasvun 35-vuotiset vaihtelut suomailla (1).



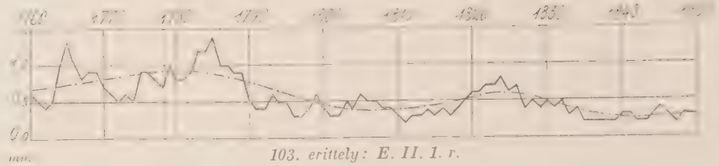
15. erittely: B III. 15. r.



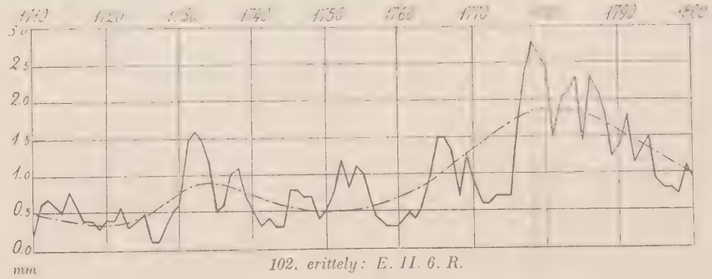
51. erittely: L. I. 2. R.



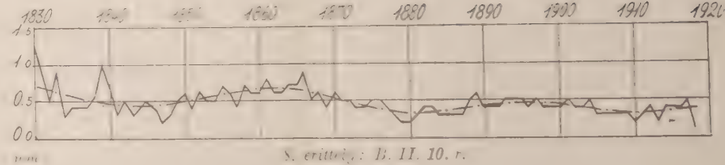
101. erittely: E. II. 2. r.



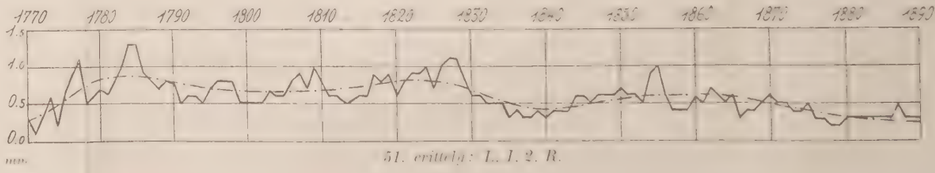
103. erittely: E. II. 1. r.



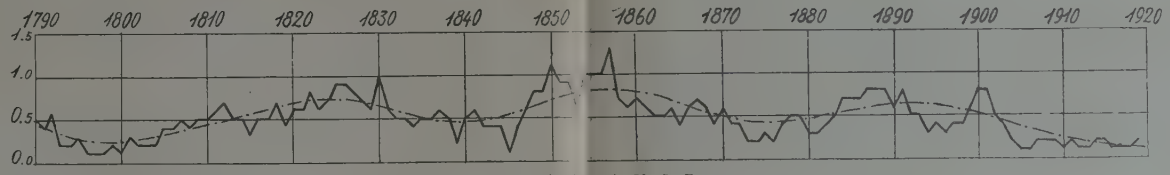
102. erittely: E. II. 6. R.



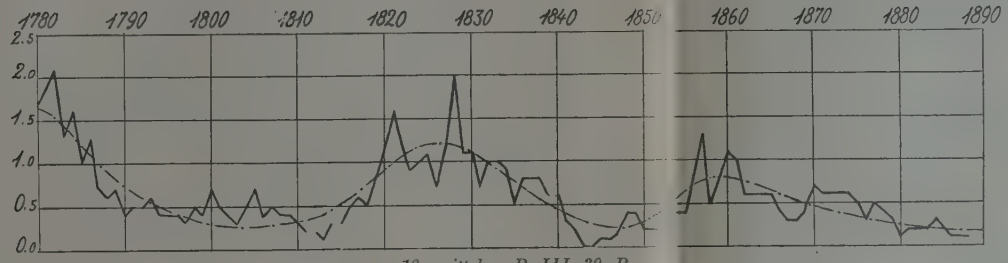
8. erittely: B. II. 10. r.



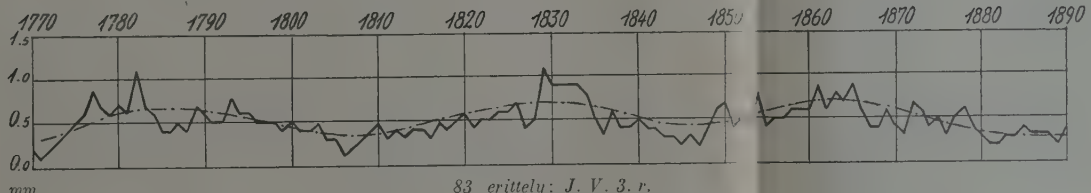
51. erittely: L. I. 2. R.



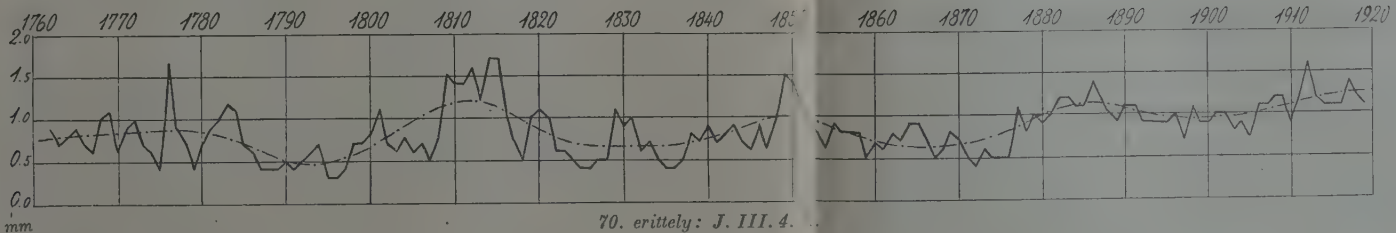
39. erittely: A. V. 5. R.



16. erittely: B. III. 30 R.

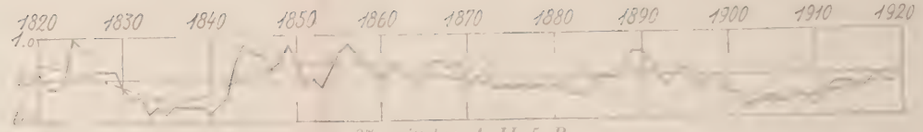


83 erittely: J. V. 3. r.

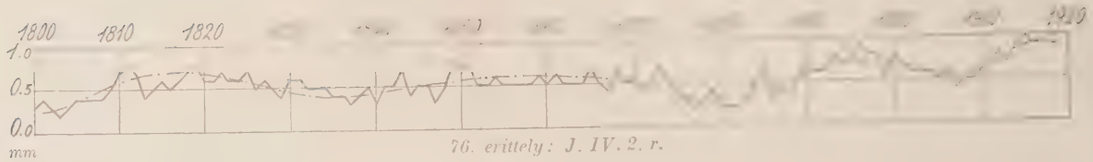


70. erittely: J. III. 4.

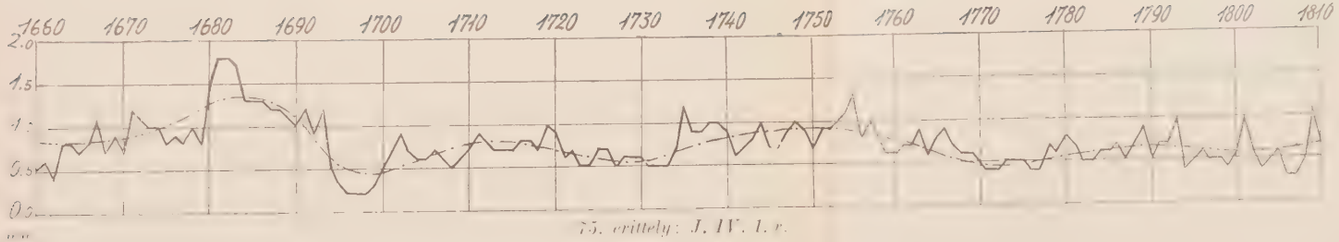
Kasvun 35-vuotiset vaihtelut kankailla (1).



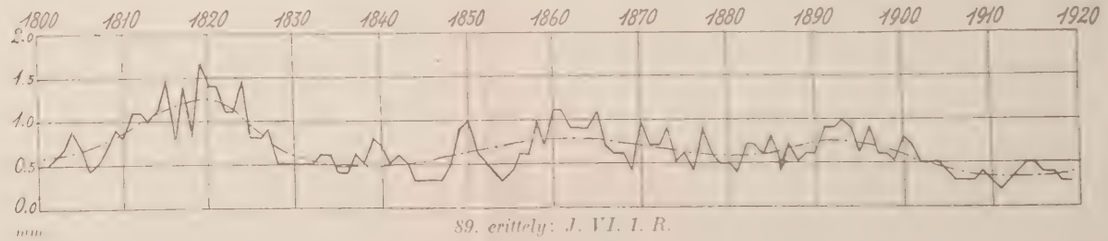
27. erittely: A. II. 5. R.



76. erittely: J. IV. 2. r.

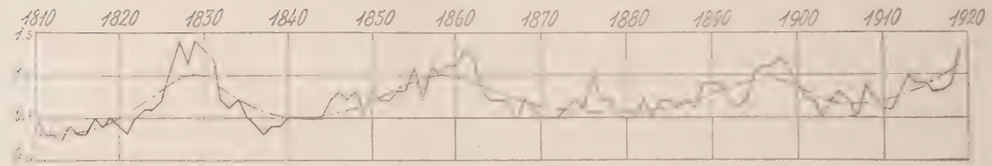


75. erittely: J. IV. 1. r.



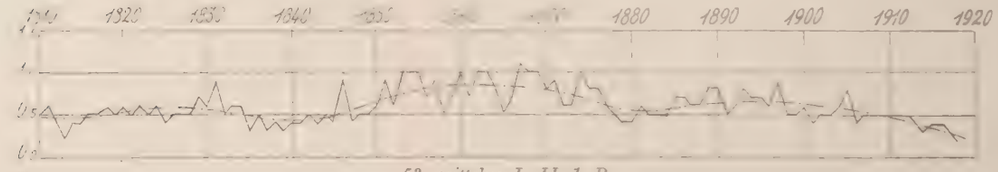
89. erittely: J. VI. 1. R.

44. erittely: A. VI. 4 R.

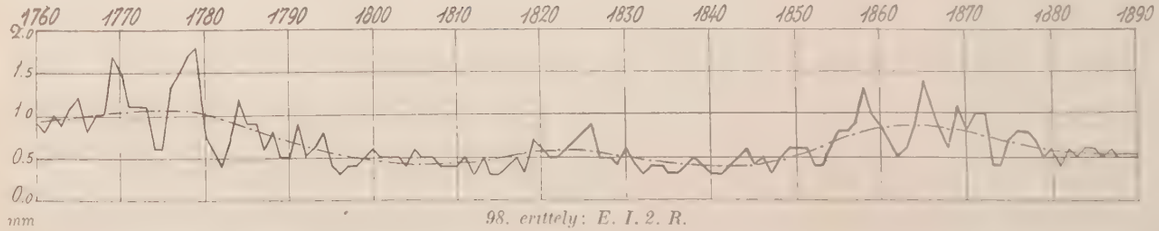


34. erittely: A. IV. 3. r.

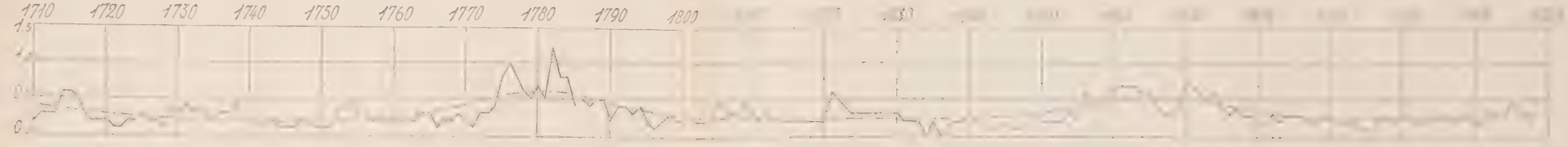
97. erittely: E. I. 4. R.



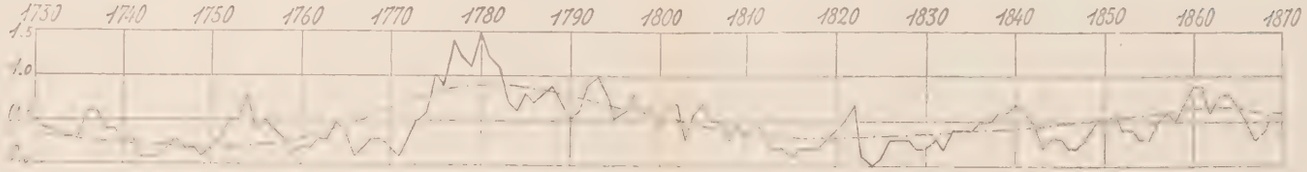
63. erittely: L. II. 1. R.



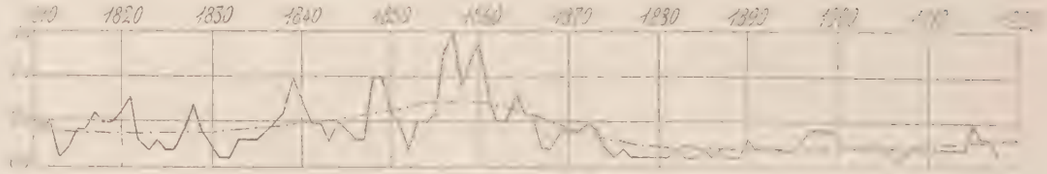
98. erittely: E. I. 2. R.



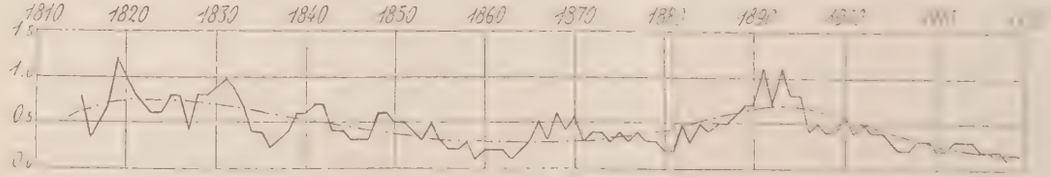
18. erittely: B. III. 6. R.



3. erittely: B. I. 2. r.

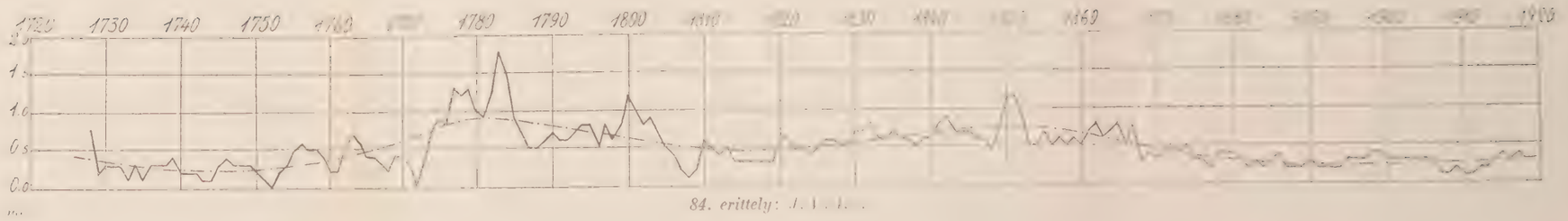


4. erittely: B. I. 5. r.

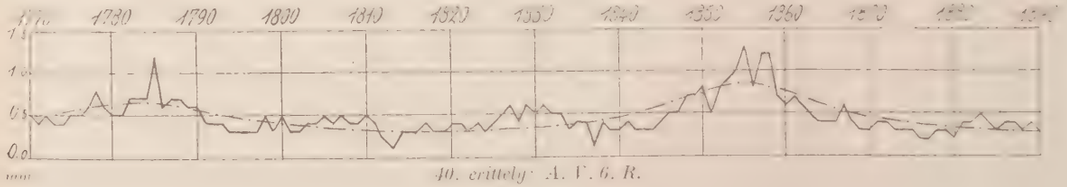


21. erittely: B. IV. 51. r.

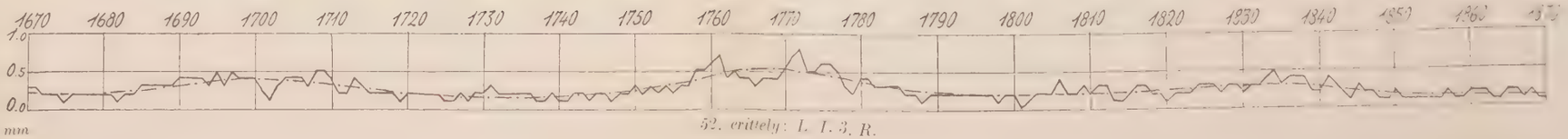
56. erittely: I. I. 1. L.



84. erittely: I. V. 1. L.

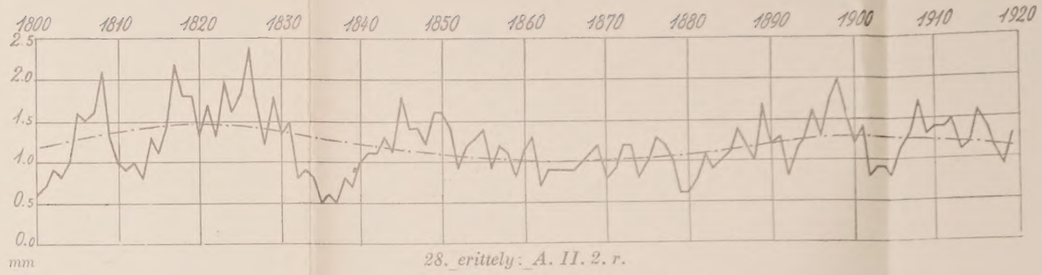


40. erittely: A. V. 6. R.

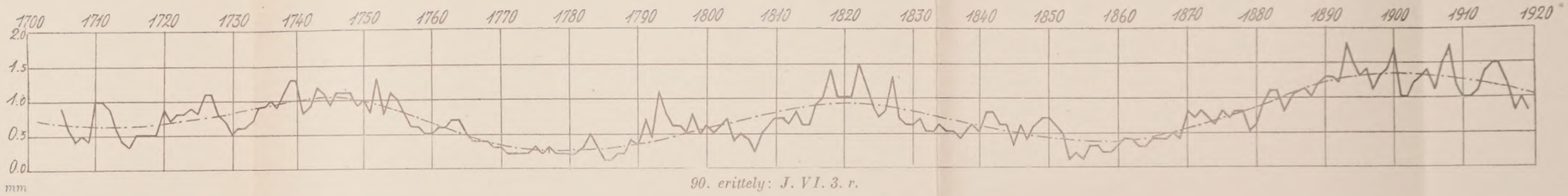


52. erittely: L. I. 3. R.

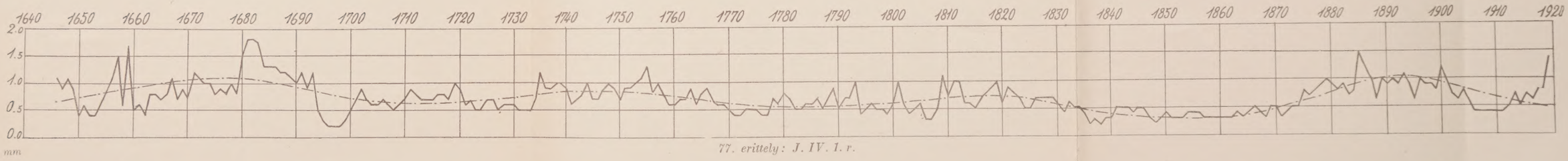
Kasvun 70-vuotiset vaihtelut kankailla.



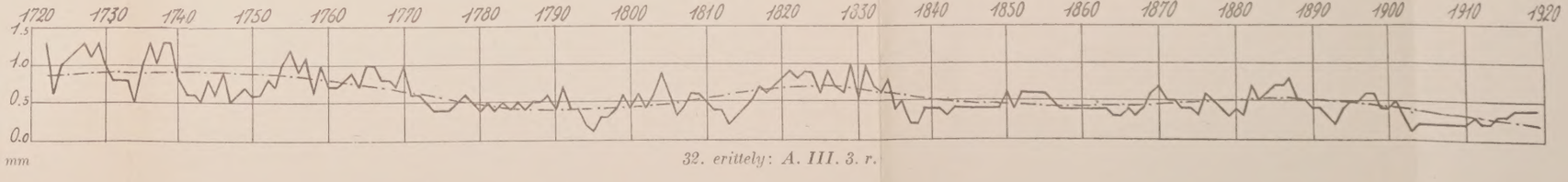
28. erittely: A. II. 2. r.



90. erittely: J. VI. 3. r.



77. erittely: J. IV. 1. r.



32. erittely: A. III. 3. r.